

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-256547

(43)Date of publication of application : 09.10.1995

(51)Int.Cl.

B24B 9/14

(21)Application number : 03-030903

(71)Applicant : BAUSCH & LOMB INC

(22)Date of filing : 26.02.1991

(72)Inventor : BRYON DAVID L

(30)Priority

Priority number : 90 485426

Priority date : 27.02.1990

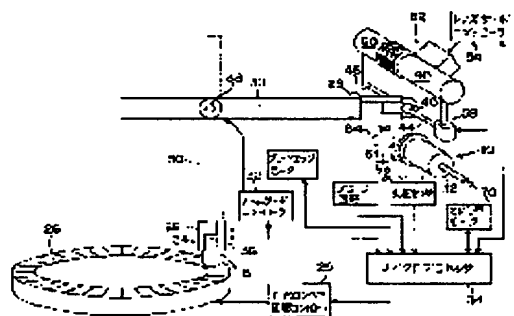
Priority country : US

## (54) LENS EDGING SYSTEM

(57)Abstract:

**PURPOSE:** To quickly manufacture uniform lenses of high quality by providing a programmable microprocessor means capable of adjusting a series of lens rotating angle and a series of lens radius corresponding to the data representing the lens edging trajectory stored in a memory.

**CONSTITUTION:** A lens servo-controller 54 varies the length of a center of a lens blank 16 from a shaft of an abrasive wheel 10 in accordance with the rotation of the lens blank 16 about a shaft of the spindles 44, 46 to achieve the desired lens edge outline, that is, shape. The lens servo-controller 54 executes the same under the control of a microprocessor 34 corresponding to the lens trajectory stored in a lens shape trajectory memory. This lens trajectory table defines a length between the center of lens blank and the abrasive wheel 10 to a position of each incremental rotation of the lens blank 16 about the shaft of the spindles 44, 46, corresponding to the shape of this lens.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

09.01.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3061428

[Date of registration]

28.04.2000

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] A trimming tool, a maintenance means to hold lens work, and a storage means to store the data showing rim grinding TORAJIEKUTORI to the above-mentioned trimming tool, Move the above-mentioned maintenance means and this rotates lens work according to a series of surrounding lens angles of rotation of the shaft of a maintenance means. A servo means to push the edge of lens work on the direction of a trimming tool until it results in a series of lens radii corresponding to a series of above-mentioned angles of rotation, It consists of a series of above-mentioned lens angles of rotation corresponding to the data showing rim grinding TORAJIEKUTORI which was combined with the above-mentioned storage means, controlled the above-mentioned servo means, and was stored in the above-mentioned storage means, and a programmable microprocessor means to adjust a series of above-mentioned lens radii. The lens trimming system which fabricates the marginal profile of lens work.

[Claim 2] In the lens trimming system indicated by claim 1 the above-mentioned servo means It has a means to make lens work advance side by side to shaft orientations through the front face of a trimming tool for the above-mentioned maintenance means. The above-mentioned microprocessor means The lens trimming system characterized by making into min the period to which a lens tool is made to advance side by side for the above-mentioned maintenance means continuously through the front face of a trimming tool, and a trimming tool needs a dressing for it.

[Claim 3] It has a lens size detection means to measure the radius of lens work further in the lens trimming system indicated by claim 1 when carrying out grinding of the edge by the trimming tool. A means to calculate an error as compared with the value of a schedule of the actual lens radius as which the above-mentioned microprocessor means was detected by the above-mentioned lens size detection means, The lens trimming system characterized by having the means which enables wear of a trimming tool, without producing the corresponding error in the actual lens radius of a series of lenses which corrected a series of above-mentioned lens radii so that this error might be compensated, and were trimmed by the trimming tool by this.

[Claim 4] In the lens trimming system indicated by claim 1 the above-mentioned storage means The table which defines the lens radius and lens angle of rotation in N point which meet lens TORAJIEKUTORI is included. This table It has lens TORAJIEKUTORI data. The above-mentioned table Furthermore, the advancing-side-by-side rate of the lens work to the shaft of (a) trimming tool, (b) lens rotational speed, (c) The corresponding value in each of the above-mentioned N point of at least one parameter in four parameters of the force of holding lens work to a trimming tool rate and (d) trimming tool is defined. The above-mentioned servo means is a lens trimming system characterized by having the decision means which is a decision means to decide at least one of the above-mentioned parameters corresponding to the contents of the table of the above-mentioned storage means, and is controlled by the above-mentioned microprocessor means.

[Claim 5] In the lens trimming system indicated by claim 4, the value of a series of above-mentioned parameters in the above-mentioned storage means is determined by trialanderrormethod. This trialanderrormethod The step which changes at least one above-mentioned parameter, and carries out grinding of the edge of lens work by the trimming tool, The step which removes the combination of the parameter value as which two or more combination of lens work was realized, supervising lens work to overheating, and overheating was detected in the above-mentioned monitor process, The lens trimming system characterized by consisting of a step which stores in the above-mentioned table the combination which has the trimming tool full speed to which overheating does not take place.

[Claim 6] It is the lens trimming system which sets to the lens trimming system indicated by claim 5, and is

characterized by performing the above-mentioned trial and error method in a series of above-mentioned lens radii and each of a lens angle of rotation, and generating 1 set of a series of corresponding entries to the above-mentioned table.

[Claim 7] The unloading circular conveyor means for storing further two or more lens blanks trimmed by the trimming tool in the lens trimming system indicated by claim 1, The loading circular conveyor means for storing two or more lenses which trimmed and fabricated the lens blank by the trimming tool, The unloading arm servo means for being controlled by the above-mentioned microprocessor means, pulling down one piece followed of the above-mentioned lens blanks from a unloading circular conveyor means, and placing between maintenance means, The lens trimming system characterized by being controlled by the above-mentioned microprocessor means, taking the lens by which grinding was carried out from the lens blank from a maintenance means, and having a loading arm servo means.

[Claim 8] The lens trimming system characterized by having the 1st input means for receiving a lens design data, and a programmable count means for calculating the data showing rim grinding TORAJIEKUTORIDETA from a lens design data, and storing this rim grinding TORAJIEKUTORIDETA in a storage means further in the lens trimming system indicated by claim 1.

[Claim 9] In the lens trimming system indicated by claim 8 the above-mentioned trimming tool The programmable count means for consisting of a body and a crowning for beveling the edge of a lens, and calculating the above-mentioned lens TORAJIEKUTORI data (a) Lens trimming system characterized by including a 2nd input means to receive two criteria of the include angle contained by the crowning of a trimming tool, and the radius of the body of (b) trimming tool besides a lens design data.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the lens trimming system for fabricating a lens from a glass blank.

[0002]

[Description of the Prior Art] The lens edge wiper is well known from the former. One type is explained to U.S. Pat. No. 4,870,784 by Ramos etc. Typically, a lens is fabricated from the blank which has the curvature corresponding to desired focal power. The curvature of the lens of an eye gives correction focal power. Typically, the lens curvature for a dark lens, i.e., sunglasses, does not give correction focal power. "End" After forming the lens blank of desired curvature, a lens must be taken out from a blank to the form which fits into the frame of glasses. This is attained "a burster trimmer stacker feature, i.e., by carrying out grinding of the edge of a lens by trimming tools, such as an emery wheel, until it reaches a desired lens configuration." If a lens is a lens of an eye, a burster-trimmer-stacker-feature process can be performed with the lens edge wiper which uses the slot on the emery wheel, in order to bevel in the type indicated by above-mentioned Ramos's etc. patent, i.e., the edge of a lens, (bevel). In order to bevel the edge of a lens, the top-most vertices of an emery wheel are used for the lens edge wiper of other types used in order to manufacture the lens which is not an eye typically. Beveling of the edge of a lens makes it possible to insert a lens in the frame of glasses or sunglasses firmly. The lens edge wiper of both types rotates a lens blank to an emery wheel. Corresponding to the configuration of the lens formed from a lens blank, the variation rate between the core of a lens blank and an emery wheel (distance) is changed into it as a lens blank rotates to coincidence. In the lens edge wiper of both above-mentioned types, this variation rate is changed by the cam equipped with the lens configuration of the request which rotates with a lens blank to a quiescence front face as everyone knows. One problem accompanying this description is having to stop actuation of a machine, whenever it manufactures a different lens configuration, and having to exchange a cam. After a lens is fabricated from a lens blank, a lens blank is beveled as explained previously. Next, the edge of a lens is smoothed, namely, is polished and ends this process.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] The problem of the current approach of a lens burster trimmer stacker feature is quality without the coordination which appears clearly as the conditions outside tolerance, and non-uniformity between lenses. There are some causes in this. The emery wheel which is the ingredient typically like a diamond and other ingredients which were suitable in order to carry out [ 1st ] grinding of the lens is continuously worn out, during use, will become small gradually and will enlarge lens size. A cam and the front face which a cam must move and must be rubbed are continuously worn out, and the skid and vibration which distort the lens configuration determined by movement of a cam become [ 2nd ] large gradually. Moreover, the problem of this approach is the high maintenance costs and the non-operating hours which are produced according to the fact that an emery wheel is worn out in un-uniform, and must carry out a dressing periodically. Moreover, as explained previously, an emery wheel must be periodically exchanged, before it becomes small with use, therefore lens size crosses tolerance. Whenever the dressing of the emery wheel is carried out or it is exchanged, a lens edge wiper stops operation, and it is unproductive.

[0004] Even if the same machine is used for the above-mentioned inability of the lens edge wiper that the lens of the same size cannot be produced consistently, it happens from the fact that each lens is formed in different time amount in the life on an emery wheel, a cam, and the front face of wear of other machines. In other words, for this reason, the lenses manufactured by different machine differ in size slightly inevitably by the same components of a different edge wiper being in a different wear condition. Such non-

coordination produces difficulty, when it is going to insert a lens in a frame.

[0005] Another problem is must be late enough, in order that the rate to which grinding of the edge of a lens is carried out may avoid damage on the lens ingredient of glass. If the rate and/or lens rotational speed of an emery wheel are increase to the point that a spark is observe , into a burster trimmer stacker feature grinding operation , a glass ingredient will receive damage and it will become impossible to use it for the glasses of high quality in the attempt which is going to raise productivity . It may be too coarse for admitting a lens front face, as a result of carrying out grinding of the edge too much quickly, even if the spark of a small glass particle or combustion was not observed. In order to avoid any danger of damage on a glass lens ingredient for these reasons, lens scouring velocity is inevitably slow. I hear that a late production rate raises the manufacture cost of a lens, and this fault has it.

[0006] It is used, in order that a computer may help a lens trimming process as indicated by above-mentioned Ramos's etc. patent. Since a different location to the lens fang furrow of especially different size is needed, in Ramos's etc. patent, a calculating machine is used and the edge of a lens is located immediately on the slot for beveling (bevel processing) on the emery wheel corresponding to lens size. Moreover, in Ramos's etc. patent, a computer controls the sequence of an activity.

[0007] The purpose of this invention is offering the lens trimming system which can produce the lens of the same size early.

[0008]

[Means for Solving the Problem and its Function] A maintenance means by which the lens trimming system concerning this invention holds a trimming tool and lens work, A storage means to store the data showing rim grinding TORAJIEKUTORI to the above-mentioned trimming tool, Move the above-mentioned maintenance means and this rotates lens work according to a series of surrounding lens angles of rotation of the shaft of a maintenance means. A servo means to push the edge of lens work on the direction of a trimming tool until it results in a series of lens radii corresponding to a series of above-mentioned angles of rotation, It consists of a series of above-mentioned lens angles of rotation corresponding to the data showing rim grinding TORAJIEKUTORI which was combined with the above-mentioned storage means, controlled the above-mentioned servo means, and was stored in the above-mentioned storage means, and a programmable microprocessor means to adjust a series of above-mentioned lens radii. The marginal profile of lens work is fabricated.

[0009] That is, the lens trimming system equipped with the program control of delivery concerning this invention and a rate is a beforehand programmable lens trimming system which carries out grinding of the edge of a lens and is beveled under control of a microprocessor corresponding to the configuration of the edge of the lens programmed in memory. This system holds a lens blank by the robot's arm controlled by the microprocessor. Rotation of the lens by the arm determines the configuration and size of a lens with movement of the arm to an emery wheel corresponding to the configuration of the edge of the lens programmed by memory. The marginal configuration and the size of this lens can be easily changed by directing the configuration of the edge of a lens where it differed in memory to a microprocessor, and the time amount which was required for changing of a cam can be saved in the conventional lens edge wiper.

[0010] The lens trimming system concerning this invention is equipped with a lens size detection means to measure the radius of lens work further when carrying out grinding of the edge by the trimming tool. A means to calculate an error as compared with the value of a schedule of the actual lens radius as which the above-mentioned microprocessor means was detected by the above-mentioned lens size detection means, A series of above-mentioned lens radii are corrected so that this error may be compensated, and it has the means which enables wear of a trimming tool, without producing the corresponding error in the actual lens radius of a series of lenses trimmed by the trimming tool by this.

[0011] That is, this system is equipped with a lens size sensor into the self-correction feedback loop using the microprocessor which compensates contraction by wear of an emery wheel automatically. Without receiving a remarkable change of lens size, a machine uses the same emery wheel and this self-correction feedback loop makes it possible to wear out to nub (nub) in most of that emery wheel, although it is dependent on the period by which lens size is supervised.

[0012] This invention includes the approach for [ of an emery wheel ] wear almost being distributed over all front faces at least again. Thereby, a lens blank moves to shaft orientations through the front face of an emery wheel among all rim grinding operations substantially so that wear may be uniformly distributed through the front face of an emery wheel. The process of this uniform wear prevents the slot on the emery wheel, or generating of a void. (These slots or voids often needed the dressing of an emery wheel by the conventional machine.) By the self-correction feedback loop, it is not necessary to exchange until an emery

wheel wears out completely, and thereby in this invention, the required frequent activity interruption can be removed by frequent consideration to maintenance of an emery wheel in the conventional lens edge wiper. [0013] In the lens trimming system concerning this invention The above-mentioned storage means contains the table which defines the lens radius and lens angle of rotation in N point which meet lens TORAJIEKUTORI. Furthermore, this table It has lens TORAJIEKUTORI data. The above-mentioned table Furthermore, the advancing-side-by-side rate of the lens work to the shaft of (a) trimming tool, (b) lens rotational speed, (c) The corresponding value in each of the above-mentioned N point of at least one parameter in four parameters of the force of holding lens work to a trimming tool rate and (d) trimming tool is defined. The above-mentioned servo means is equipped with the means controlled by the above-mentioned microprocessor means for deciding at least one of the above-mentioned parameters corresponding to the contents of the table of the above-mentioned storage means.

[0014] That is, according to one standpoint of this invention, after the configuration of the edge of a lens is formed of the grinding in the body of an emery wheel, the edge of a lens is beveled in the crowning of the convex of an emery wheel by rotating successively the both sides which the edge of a lens counters to the both sides of the top-most vertices of an emery wheel. In this standpoint, rotation of a lens and movement of the arm of the robot holding a lens are controlled by the microprocessor corresponding to TORAJIEKUTORI which was calculated corresponding to the configuration of a lens, curvature, and the configuration of an emery wheel crowning, and was stored in memory. The words "TORAJIEKUTORI" point out the path of the coincidence of movement of a lens radial [ perpendicular to rotation of the surrounding lens of the fixed-center point of the (a) lens, and rotation of the (b) emery wheel ], and crossing movement of a lens parallel to the revolving shaft of the (c) emery wheel so that it may be used in this specification. The form of different beveling is programmable in memory to a lens same type, and is programmable in memory to the lens with which many differed. [ of the form of the same beveling ] [0015] According to this invention, movement of a lens or a lens blank is divided into N point in time amount including all the processes of the grinding of the edge of a lens, and beveling. N is the order of 64,000 here. The rate (lens rotational speed) which a lens rotates to an emery wheel, the rotational speed (rate of an emery wheel) of an emery wheel, the rate (shaft-orientations lens speed of supply) with which a lens keeps pace to shaft orientations through the front face of an emery wheel, and the force (grinding pressure force) in which a lens is held to an emery wheel are defined as memory in each point of N individual, respectively. A microprocessor needs the definition of one perfect group stored in memory to the lens configuration where \*\* manufactured differed.

[0016] In the lens trimming system concerning this invention The value of a series of above-mentioned parameters in the above-mentioned storage means is determined by trialanderrormethod. This trialanderrormethod The step which changes at least one above-mentioned parameter, and carries out grinding of the edge of lens work by the trimming tool, The step which removes the combination of the parameter value as which two or more combination of lens work was realized, supervising lens work to overheating, and overheating was detected in the above-mentioned monitor process, It consists of a step which stores in the above-mentioned table the combination which has the trimming tool full speed to which overheating does not take place.

[0017] That is, from another standpoint of this invention, lens rotational speed, the rate of an emery wheel, a shaft-orientations lens speed of supply, and the above-mentioned group of a definition of the grinding pressure force are optimized in each of N point so that lens scouring velocity (productivity) may be made into max with a lens rotational speed slightly lower than the rate which overheats a glass lens ingredient. The optimum value over each parameter (lens rotational speed, the rate of an emery wheel, a shaft-orientations lens speed of supply, and grinding pressure force) is determined in each of N point corresponding to the trialanderrormethod by this invention. In this trialanderrormethod, various combination of all parameters is tried in each of N point, and that result is stored in memory. In one example of this approach, a microprocessor changes systematically all parameters (lens rotational speed, the rate of an emery wheel, a shaft-orientations lens speed of supply, and grinding pressure force), supervising the spark sensor arranged in order to detect overheating of a glass lens ingredient. A microprocessor measures the value of all parameters to each of N point in movement of a lens with the full speed as which overheating is not detected by the sensor. A microprocessor stores measured value in memory. After this process is performed about all the N individuals, this trial-and-error process is ended and memory has 1 set of optimal grinding parameters for all the grinding operations of the given lens configuration. Here, 1 set of these parameters are stored eternally (to for example, a hard disk or a read only memory), and are repeatedly used in manufacture of the lens of the same design. Like this study fault, it is only needing the memory of only

sufficient amount.

[0018] The optimal rate at which glass is removed from a lens is determined at least partially by the capacity for the removed glass particle to remove heat from workpiece, i.e., a lens blank. In order to maintain a rate with heat removal, it must prevent that a glass removal rate decreases as the size of workpiece (lens blank) decreases between grinding operations. In this way, in many cases, the trial-and-error approach of this invention can increase an emery wheel rate gradually as the size of a lens blank decreases between grinding operations. The group of the optimal grinding parameter generated by the trial-and-error approach of this invention is satisfied with this semantics of the principle of common knowledge of the metal engine-lathe technique sometimes called "constant surfacing (constant surfacing)."

[0019]

[Example] Hereafter, the example by this invention is explained with reference to a drawing.

(The usual lens burster-trimmer-stacker-feature technique) Drawing 1 shows the fundamental process in the conventional lens trimming method. An emery wheel 10 is equipped with a body 12 and the top-most-vertices section 14, and Ryobe 12 and 14 has the circular configuration of this alignment, as shown in drawing 2. An emery wheel 10 is made from ingredients, such as a diamond. By the body 12 of drawing 1, there is the lens blank 16 shown in Fig. 3 along the edge 18 of a lens blank, and grinding is carried out, and it forms the lens 20 of drawing 4. Next, grinding of the angle 18a "on the left of" the edge 18 of a lens is carried out by "right" side 14a, grinding of the angle 18b "on the right of" the edge 18 of a lens is carried out by "left" side 14b, and it forms the front faces 22a and 22b of the edge of the beveled lens, respectively. [ of the top-most-vertices section 14 ] [ of the top-most-vertices section 14 ] The form of front faces 22a and 22b where it beveled is made in agreement with the design of a glasses frame in which the lens is attached.

[0020] A motion of the lens between grinding operations is governed by the motion of a cam (not shown) which rotates to the stationary front face. This cam is equipped with the same configuration as the lens 20 shown in drawing 4. the fault of the need of exchanging a cam for every design of a different lens as a conventional approach and a conventional machine were explained above -- wear of the front face of an emery wheel 10, and wear of the front face of a cam -- un--- 1 -- it had many faults of generation of the void in the front face of the emery wheel 10 by wear [ like ].

[0021] (System of this invention) All these problems are solved in the lens trimming system of this invention shown in drawing 5 and drawing 6. Each lens blank 16 is pulled out from the circular conveyor 26 which holds many lens blanks by the servo control hand 28 attached in the servo control arm 30 governed by the arm servo controller 32 controlled by the central microprocessor 34. The location of the rotating circular conveyor 26 is controlled by the microprocessor 34 through the circular conveyor rotation controller 25 using well-known digital-servo IMPACT. In one activation, since a hand 28 meets and moves to shaft orientations at an arm 30, it moves to the direction of the circular conveyor 26 (broken-line location), and holds the edge where a lens blank counters between two fingers 34 and 36. The finger 36 is movable to the direction of another finger 34, in order to insert a lens 16 firmly. Next, a hand 28 withdraws to an arm 30 and rotates an arm 30 to a continuous-line location around the pivot 38. Next, a hand 28 meets and moves to shaft orientations at an arm 30, and inserts a lens blank among the driver cups 40 and 42 (drawing 7) which were attached in the rotation spindles 44 and 46 and which counter. Spindles 44 and 46 are supported by Spa 48 and 50 where the lens servo arm 52 governed by the lens servo controller 54 under control of a microprocessor 34 counters. Shortly after the lens blank 16 is located among the driver cups 40 and 42 of a pair, as shown in drawing 7, the lens servo controller 54 will turn Spa 48 and 50 which counters mutually, and will be moved so that the lens blank 16 may be held between two driver cups 40 and 42. Next, the lens servo controller 54 is ordered a microprocessor 34, it moves an arm 52 to the direction of an emery wheel 10, holds the edge of the lens blank 16 to an emery wheel 10, and rotates spindles 44 and 46 using the spindle motor 58 controlled by the lens servo controller 54.

[0022] The lens servo controller 54 changes the distance R from the shaft of the emery wheel 10 of the core (namely, shaft of spindles 44 and 46) of the lens blank 16 as the lens blank 16 rotates around the shaft of spindles 44 and 46, in order to attain, desired rim profile, i.e., configuration. The lens servo controller 54 performs this to the bottom of control of a microprocessor 34 corresponding to the lens TORAJIEKUTORI table stored in lens configuration TORAJIEKUTORIMEMORI 60. This lens TORAJIEKUTORI table defines the distance r between the lens blank core over each increment rotation location theta of the surrounding lens blank 16 of the shaft of spindles 44 and 46, and an emery wheel 10 corresponding to the configuration of the lens which should be formed. A microprocessor 34 calculates a servo control signal from the data stored in lens configuration TORAJIEKUTORIMEMORI 60 using the servo controller program stored in the lens servo controller program memory 62 using the well-known conventional

calculating-machine numeric-value machine control technique. Creation of a servo controller program is usual in this technique. A microprocessor 34 transmits the control signal generated at a single string which determines the rim grinding operation of one sequence.

[0023] Termination of a lens trimming process smooths the edge of a lens with the breaking edge emery wheel 61 rotated by the lens servo arm 52 holding angle 18a of the edge 18 of a lens.

[0024] Lens configuration TORAJIEKUTORIMEMORI 60 can contain the TORAJIEKUTORI table on which it differed for manufacturing the lens with which the shape of shapes of grinding wheel face from which a large number differed for wide range selection differed. In this way, a lens design can be quickly changed by directing a microprocessor 34 on the table on which it differed in memory 60, and this is the big advantage.

[0025] (Self-correction lens size feedback control loop) The emery wheel 10 became small gradually and, for this reason, increased the size of a lens by the Prior art as it was worn out. The solution was making the increment in lens size in case an emery wheel's 10 is often exchanged and a continuous lens's is trimmed into min. In this invention, this problem is solved by using the size probe 64 connected to a microprocessor 34 through the probe output circuit 66. This probe 64 is a type manufactured by Reni Shaw METOROROJI (Renishaw Metrology Ltd.) of for example, British grotesque UCHIESUTA (Gloucester). After a lens 20 is formed by the system of drawing 5 and drawing 6, the lens servo arm 52 rotates a lens 20 to the rotation location theta determined beforehand, next meets and moves a lens 20 to the direction of a probe 64 on the edge. A microprocessor 34 detects the location of the lens servo arm 52, when a probe 64 contacts the edge of a lens first. This location shows the radius r of the lens 20 in the rotation location theta. A right location can be immediately determined from a desired rim profile. A microprocessor 34 compares an actual location with a right location, and calculates an error. A microprocessor 34 compensates this error by adjusting distance of the lens trimmed next and the shaft of an emery wheel 10 (reduction). TORAJIEKUTORI of the lens in an entire fringe picking process is adjusted, and, as for a microprocessor 34, only an amount equal to the calculated position error essentially brings a lens close to the revolving shaft of an emery wheel 10. This description is explained below. In this way, if the lens radius is sufficiently often supervised, it will become possible to almost wear out even on the shaft between burster trimmer stacker features of a continuous lens, without an emery wheel 10 generating the error of lens size.

[0026] (Uniform distribution of emery wheel wear) many lens burster trimmer stacker features take place by the body 12 of an emery wheel 10, and, as for one problem that I accept it conventionally, generate a void or the slot which is not desirable in an emery wheel 10 -- un--- 1 -- it was producing wear [ like ]. For this reason, the emery wheel 10 often had to carry out the dressing. the approach of this invention which solves this problem -- while it passes along the lens blank 16 among all lens trimming processes on the lens servo arm 52, it passes along the front face of an emery wheel 10 in shaft orientations and a microprocessor 34 is made to advance side by side continuously, it controls the shaft-orientations speed of supply of a lens from the end of an emery wheel 10 to the other end, and is uniformly distributed in wear over all the front faces of an emery wheel 10. This axial movement continues between beveling actuation, when a lens contacts the crowning 14 of an emery wheel 10.

[0027] In the approach of distribution uniform wear of this invention, the lens servo arm 52 must rotate the lens blank 16, changing the variation rate from an emery wheel 10 corresponding to a desired lens configuration, and must perform complicated work by passing along a lens in coincidence, passing along the front face of an emery wheel 10 in shaft orientations, and advancing side by side by continuous motion. Since a lens 20 is beveled in the crowning 14 of an emery wheel 10 so that it may explain below, this work becomes still more complicated.

[0028] (Carrying out under 2 lens 2 loading / load the magazine method) With reference to drawing 8 R> 8 and drawing 9, the desirable approach of this invention needs for the same microprocessor 34 to control the grinding of the coincidence of one pair of lenses by one pair of emery wheels 10 and 11 using one pair of lens servo motors 52 and 53. There are the unloading (as [ set / it / to drawing 5 ]) arm 30, the loading arm 31, and the unloading (as [ set / it / to drawing 5 ]) circular conveyor (magazine) 26 and the loading circular conveyor (magazine) 27 to each of two emery wheels 10 and 11. The unloading arm 30 gives the lens blank 16 to the lens servo arm 52 from the unloading circular conveyor 26 about one lens servo arm 52 for a grip and a burster trimmer stacker feature. At the last of a burster-trimmer-stacker-feature process, the loading arm 31 takes the lens from the lens servo arm 52, and puts it on the loading circular conveyor 27. Each circular conveyors 26 and 27 rotate in the location which shows the next slot of a circular conveyor to the corresponding loading arm 31 or the corresponding unloading arm 30 for the following cycle. Preferably, a microprocessor 34 is programmed to operate both the circular conveyors 26 and 27 and both the arms 30



and 31 so that the following lens blank 16 may be taken out from the loading circular conveyor 27, when one completed lens 20 is put on the unloading circular conveyor 26. For this reason, there is no useless motion. The one advantage is that the cycle same since the probability for the lens of each set to suit well is increased can use it in order to produce to coincidence one pair of lens blanks inserted in the same glasses frame.

[0029] (Programmable method of lens trimming / beveling) Drawing 10 shows the configuration of the edge of a typical lens by the polar coordinate. The radius  $r$  of drawing 10 corresponds to the distance  $r$  of drawing 7 of the core (shaft of spindles 44 and 46) of a lens 20, and the front face of an emery wheel 10. The point that a lens 20 rotates the core of a lens around it in a burster-trimmer-stacker-feature process is said so that it may define here. The distance  $R$  of drawing 7 is the core of a lens 20, and a variation rate between emery wheels 10. The difference of  $r$  and  $R$  is the radius of an emery wheel 10. The curve of the continuous line of drawing 11 is the graph of  $R$  as a function of the lens angle of rotation  $\theta$  corresponding to the polar-coordinate Fig. of drawing 10. the curve of this continuous line is TORAJIEKUTORI defined in the data stored in lens configuration TORAJIEKUTORIMEMORI 60 which governs a motion of the lens blank 16 on the body 14 (only) of an emery wheel 10.

[0030] (Distribution of the uniform wear between lens beveling) TORAJIEKUTORI of the lens 20 during beveling is still more complicated, and dependent on the inclination of the crowning 14 of an emery wheel 10 with the curvature of lens 20 itself. If it assumes that the lens configuration drawn on the music coordinate Fig. of drawing 10 does not have curvature (that is, it is completely even), lens TORAJIEKUTORI in beveling can be obtained by superimposing the line by which the broken line of drawing 11 inclined on the above-mentioned continuous-line curve, and adding both. Complicated lens TORAJIEKUTORI (dotted line) produced as a result expresses lens TORAJIEKUTORI relative to the emery wheel 10 in beveling, when a lens crosses the front face of a crowning 14 to shaft orientations and advances side by side with constant speed to them by the approach of this invention that wear is uniformly distributed over all the front faces of an emery wheel 10. In a part of TORAJIEKUTORI which the curve of this dotted line expresses, a lens reaches 1 side of a crowning 14 and then gets down to another side so that wear may be uniformly distributed over the front face of a crowning 14. In this way, the dotted-line curve of drawing 11 corresponds to the data stored in memory for the beveling part of a lens burster-trimmer-stacker-feature process.

[0031] However, since a lens has spherical-surface curvature typically (it is drawn on the side elevation of the lens 20 of drawing 1 like), in many cases, lens TORAJIEKUTORI is still more complicated in a beveling process. This complicated lens TORAJIEKUTORI can be obtained in the graph of drawing 12 by the sum of the continuous-line curve which defines the configuration of the edge of a lens, and the curved broken-line curve. The configuration of this nonlinear broken-line curve of drawing 12 is directed according to the tool angle  $\alpha$  of the curvature of a lens, and the crowning 14 of an emery wheel 10. Unlike drawing 11, lens TORAJIEKUTORI between beveling is not illustrated to the case of drawing 12 of being still more complicated, but theoretically, it is obtained by addition of two curves of drawing 12  $R > 2$ . By changing the distance  $R$  between a lens 20 and the core of a crowning 14, the depth by which the edge of a lens is beveled is changeable according to hope.

[0032] The more practical approach for obtaining lens TORAJIEKUTORI between beveling is calculating by the well-known principle using spherical trigonometry. The computer program for performing this was attached to this application as an exhibit. Such a computer program can be performed by the microprocessor 34, and can be stored in the lens movement program memory 66. It is only required for a user that such a program should input the tool angle  $\alpha$  of lens design data including a lens configuration (the music coordinate of drawing 10 can express), lens curvature (for example, it can see in the side elevation of the lens of drawing 1), and the crowning 14 of an emery wheel 10. Such input data can be stored or inputted with the peripheral device 68 illustrated by drawing 6. Peripheral devices 68 are communication link devices, such as memory or a modem. In this way, a new lens design can be inputted from the location which the long distance left through the modem 68, and a motion of the whole lens is calculated quickly and automatically by the microprocessor 34 using the lens exercise program in the lens movement program memory 66. The obtained lens TORAJIEKUTORI table is stored by the microprocessor 34 in lens configuration TORAJIEKUTORIMEMORI 60 with the table on which it corresponds for other lens designs. The process of the whole which changes or updates a lens design does not need a help substantially in the system shown in drawing 5 and drawing 6, but this is the big advantage.

[0033] (Self-correction feedback loop which changes lens TORAJIEKUTORI as an emery wheel is worn out) The difference of  $R$  and  $r$  is the radius of an emery wheel 10, and this radius decreases as an emery

wheel 10 is worn out. As explained above, the self-correction feeding-back method performed by the microprocessor 34 compares the ideal lens radius in the lens angle of rotation  $\theta$  determined beforehand with the right radius in the include angle determined from the graph of drawing 10. A difference shows the amount in which the emery wheel 10 was worn out by wear. A microprocessor 34 changes lens TORAJIEKUTORI simply by subtracting the detected difference of the actual include angle in an include angle  $\theta$  and the include angle of an ideal which were determined beforehand from the value of all R in the graph of drawing 11.

[0034] The result is shown by the alternate long and short dash line of drawing 11. The displacement E with the continuous line and alternate long and short dash line in drawing 11 is an error, i.e., the difference of the ideal lens radius detected by the microprocessor 34 and an actual lens radius. In this way, a microprocessor 34 maintains the lens radius  $r$  as a function of the lens angle of rotation  $\theta$  to a right value by decreasing R as required as the radius of an emery wheel 10 decreases.

[0035] (Property of lens configuration TORAJIEKUTORIMEMORI 60) All the parameters that govern a lens burster-trimmer-stacker-feature process are defined in the table stored in lens configuration TORAJIEKUTORIMEMORI 60. As already explained, there are lens shaping parameters  $r$  and  $\theta$  in lens configuration TORAJIEKUTORIMEMORI 60 with the continuous shaft-orientations speed of supply demanded by the approach that wear is distributed uniformly [ this invention ]. There are lens rotational speed ( $d\theta/dt$ ), an emery wheel rate, and force in which the edge of a lens is pushed to an emery wheel 10 in other parameters.

[0036] In order to perform discrete control by the microprocessor 34, lens movement defined by the vector ( $r, \theta$ ) is divided into the separate partition of N individual. In the following examples, although it is  $N=64,000$ , a skillful operator can choose the suitable value of the arbitration of N. These partitions are considered as an N point in the time amount  $t_0, t_1, t_2, \dots, t_N$  over between the whole term of a burster-trimmer-stacker-feature process. The displacement Y from the shaft of the emery wheel 10 of the core of a lens is illustrated by drawing 1313 bottom as a function of time amount. The wen of the trigonum of this drawing corresponds to the beveling part of a process. The graph of the middle of drawing 13 is a graph of a top and coincidence, and shows the location X of the core of the lens which meets the shaft of an emery wheel 10 as a function of time amount. In the educational example of the graph of this middle, the speed of supply ( $dx/dt$ ) of a lens becomes small in the beveling part of a process. This is illustrated by the graph of the drawing 13 bottom. However, the sequence of the arbitration of a speed of supply or change is possible.

[0037] Three graphs of drawing 13 correspond to lens TORAJIEKUTORI shown in drawing 7  $R > 7$  with which lens TORAJIEKUTORI crosses an emery wheel 10, and always keeps pace to shaft orientations. All the parameters described above are illustratable similarly. Such drawing is digitized so that the data [ as / in drawing 13 ] which were divided into N point and stored in lens configuration TORAJIEKUTORIMEMORI 60 may be expressed.

[0038]

[Table 1]

時間	供給速度	といし車速度	回転速度	研削力	半径 $r$	角度 $\theta$
$t_0$	$FV_0$	$WS_0$	$FR_0$	$P_0$	$r_0$	$\theta_0$
$t_1$	$FV_1$	$WS_1$	$FR_1$	$P_1$	$r_1$	$\theta_1$
$t_2$	$FV_2$	$WS_2$	$FR_2$	$P_2$	$r_2$	$\theta_2$
$t_3$	$FV_3$	$WS_3$	$FR_3$	$P_3$	$r_3$	$\theta_3$
:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:
$t_{63,000}$	$FV_{63,000}$	$WS_{63,000}$	$FR_{63,000}$	$P_{63,000}$	$r_{63,000}$	$\theta_{63,000}$
$t_{64,000}$	$FV_{64,000}$	$WS_{64,000}$	$FR_{64,000}$	$P_{64,000}$	$r_{64,000}$	$\theta_{64,000}$

Table 1 shows a format of the data in the table stored in lens configuration TORAJIEKUTORIMEMORI 60. In each point ( $t_i$ ) of 64,000 points (named  $t_0, t_1$ , and  $t_2$  grade) which divided the process, the table of Table 1 defines a lens shaft-orientations speed of supply ( $FV_i$ ), an emery wheel rate ( $WS_i$ ), lens rotational speed ( $FR_i$ ), the grinding force ( $P_i$ ), a variation rate ( $r_i$ ), and lens angle of rotation ( $\theta_i$ ). ( $i=1, 2, \dots, N$ ) In each point  $t_i$  of a process, from Table 1 stored in lens configuration TORAJIEKUTORIMEMORI 60, a microprocessor 34 takes out each corresponding value of an above-mentioned parameter, and opts for

change of the servo control signal sent to the lens servo controller 54, the emery wheel motor 70, and the lens rotation motor 58 from the value. The lens servo controller 54 controls the distance  $r$  from the front face of the emery wheel 10 of rotation of the shaft-orientations advancing-side-by-side rate of the lens which meets the shaft of an emery wheel 10, and a lens, and the core of a lens by controlling movement of the lens servo arm 52.

[0039] A skillful operator can devise various practical examples of Table 1, and as stated above, some of the above-mentioned parameters may be removed as redundancy or needlessness. For example, doing in time and specifying the lens angle of rotation  $\theta$  in each of  $N$  point, removes the need of specifying lens rotational-speed  $d\theta/dt$  in each of  $N$  point.

[0040] (Programmed trial-and-error approach) There is no well-known approach of calculating the optimum value of all the parameters of Table 1 in  $N=64,000$  each point which divided the lens burster-trimmer-stacker-feature process. According to this invention, the group with the "optimal" value to all the parameters in each of  $N$  point is defined as a group which produces the maximum productivity, without doing damage to a glass lens ingredient. Such damage serves as proof by the spark (combustion of a glass particle) which is visible to the eye in a burster trimmer stacker feature on the edge of the lens following a burster-trimmer-stacker-feature process, i.e., poor surface finish.

[0041] Programming lens configuration TORAJIEKUTORIMEMORI 60 using the optimum value of the parameter of the table of Table 1, the approach of this invention of operating the system of drawing 5 and drawing 6 starts at the preliminary study step illustrated by the flow chart of drawing 14 and drawing 15. In the table of Table 1, all the parameters above-mentioned in each of  $N$  point that this process was divided essentially change, and the combination of the parameter value which has the highest glass lens ingredient removal rate by the emery wheel without the proof of the damage to a glass lens ingredient is chosen as optimal group in the point of this process. In order to find a group with the optimal parameter value in each of  $N$  point,  $N$  time activation of this task is carried out.

[0042] In the example of drawing 14 and drawing 15, the spark sensors 72 (drawing 5), such as an infrared sensor arranged so that the spark of the glass particle removed from the lens blank 16 by the emery wheel 10 may be detected, are used for this approach. A microprocessor 34 makes this system carried forward automatically and systematically through all the possible combination of all the parameters of the table of Table 1 in each of  $N$  point in a lens burster-trimmer-stacker-feature process (from step 80 to step 108 of drawing 14 and drawing 15). To each combination of parameter value, a microprocessor 34 investigates the spark sensor 72 and determines whether the combination is allowed. Finally, the data is stored, a microprocessor 34 finds the highest emery wheel rate allowed, and the value is stored in Table 1 in lens configuration TORAJIEKUTORIMEMORI 60 with other parameters by which current storing is carried out (step 110). In this way, a microprocessor 34 fills all the entries of the table of Table 1 by performing the above-mentioned task in each of  $N$  point which divided the lens burster trimmer stacker feature and the beveling process.

[0043] In the example by which drawing 14 and drawing 15 were simplified, it is assumed that the linear speed of supply with which the lens blank 16 crosses the front face of an emery wheel 10 to shaft orientations, and keeps pace to them for educational plainness is fixed in an entire fringe picking process, and it decreases at another smaller fixed rate in a beveling process. However, this simplification is not required and, in many cases, is not used in implementation of invention. By this simplification, each point in time amount  $t_i$  relates to  $X_i$  of the lens blank 16, and  $Y_i$  location easily corresponding to the drawing 13 top and the graph of middle. The realistic range of each parameters (emery wheel rate etc.) of the table of Table 1 is chosen.

[0044] This approach sets each of a parameter as the initial value of the range, and starts by initializing Argument  $i$  to 0 (drawing 14 step 80). Next,  $X_i$  of the lens blank 16 and  $Y_i$  location are increased to the location of eye watch ( $i+1$ ) of a degree, a microprocessor 34 investigates the spark sensor 72, and supposing detect overheating of a glass lens ingredient and there is no spark sensor 72, the current value of all the parameters of the table of Table 1 is stored (step 82). Next, an emery wheel rate is increased and a microprocessor 34 repeats the same observation / storing task like [ front ] (step 84). Next, lens rotational speed is increased and a microprocessor 34 repeats the same observation / storing task like [ front ] (step 86). Next, the grinding force is increased and a microprocessor 34 repeats the same observation / storing task like [ front ] (step 90).

[0045] Step 90 is serially repeated by the target by the inner loop, and is reset at the last of the range at the beginning of the range until the grinding force arrives at the last of the range (step 92) (step 94). Next, step 86 is serially repeated by the target by the outer loop, and such each repeat is reset at the last of the range at

the beginning of the range including perfect circulation of an inner loop until lens rotational speed arrives at the last of the range (step 100) (step 102). Next, step 84 is serially repeated by the target by the outer loop, and such each repeat is reset at the last of the range at the beginning of the range including perfect circulation of an inner loop which was explained above, and an outer loop until an emery wheel rate arrives at the last of the range (step 104) (step 106).

[0046] Supposing the lens blank has not reached the end of that advance (step 108), this flow will repeat return and a flow to step 82. Otherwise, (YES branching of step 108) a microprocessor 34 starts the analysis of the data stored at the front step (step 110). At step 110, a microprocessor 34 investigates a total combination of the parameter recorded in each locations  $X_i$  and  $Y_i$  of  $N$  individual in TORAJIEKUTORI of the lens blank 16. It determines the emery wheel rate of the highest [ microprocessor / 34 / combination / which ] it has in each location, and the combination (accepting it) is recorded with corresponding  $t_i$  value in the table of Table 1.

[0047] The flow chart of drawing 14 and drawing 15 illustrates one of the possible trial-and-error approaches of a large number performed by this invention. By the approach of drawing 14 and drawing 15, the combination with the optimal parameter value is simply defined by the maximum emery wheel rate, and a spark sensor is used. In addition, other definitions of the optimal combination of a parameter can be used. By the approach of further others, it can be used instead of measurement of surface finish being the spark sensor 72. Of course, except for the above-mentioned parameter, other parameters may be used instead.

[0048] Since the increment in the rate at which an emery wheel 10 removes an ingredient from the glass lens blank 16 increases the rate at which heat is removed from the lens blank 16, one advantage of an approach in which drawing 14 and drawing 15 were programmed is that the optimal upper limit of scouring velocity may be much higher than expectation. However, the result in which the permission characterized with the root mean square surface finish of the edge of the lens between 32 and 250 is generally possible is attained by the emery wheel rate near 2,500RPM, the lens rotational speed of 20RPM, and the shaft-orientations lens speed of supply for 30 inches/. Preferably, the tool angle  $\alpha$  of the crowning 14 of an emery wheel 10 is 113 degrees.

[0049] Preferably, microprocessors 34 are some AT computer systems of a well-known class, and a microprocessor 34 controls 20 megabytes of hard disk memory 80 here through the disk drive controller 82, and they control a monitor 84 by it through a video controller 86. A command is ready-for-sending ability through I/O90 at a microprocessor 34 by the AT keyboard terminal 88. Memory 60, 62, and 66 is each memory location in the hard disk memory 80 altogether. An operator uses the keyboard terminal 88 and displays the information about the lens burster-trimmer-stacker-feature process performed by the system of drawing 5 and drawing 6 on a monitor 84 by the microprocessor 34. Moreover, an operator uses the keyboard terminal 88 and makes a process start, interrupt and change. For example, it makes it possible to receive through a modem 68 and to store new lens design data in memory 80. An operator uses the keyboard terminal 88 and can also order a microprocessor initiation of the programmed approach which was stored in drawing 14 and drawing 15. Preferably, the approach of drawing 14 and drawing 15 is performed in the software program stored in memory 80.

[0050] Although this invention was explained to the detail especially with reference to the desirable example, it is possible for the idea of this invention, the deformation which does not deviate from the range, and correction.

[0051]

[Effect of the Invention] According to this invention, in the lens burster-trimmer-stacker-feature system equipped with the program control of delivery and a rate, the lens of uniform quality can be manufactured by quick lens scouring velocity. Moreover, an emery wheel can be used until it wears out to the heart, time amount required for cam changing can be shortened, and productivity improves.

[0052] Moreover, the group of the optimal parameter which can manufacture the lens of high quality at high speed can be automatically determined with trialanderrormethod. Manufacture becomes possible by the optimal (maximum high speed) lens scouring velocity by this, and productivity improves.

---

[Translation done.]

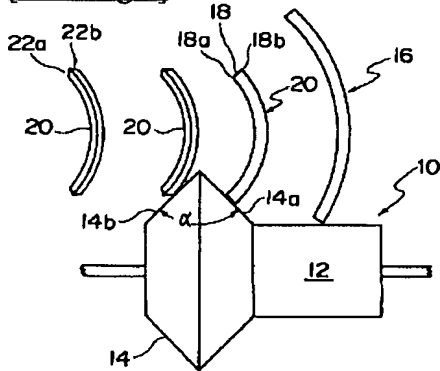
## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

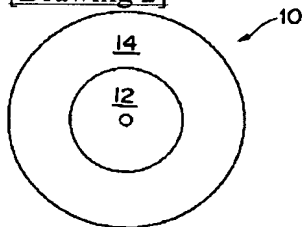
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

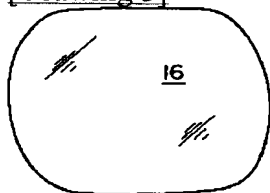
[Drawing 1]



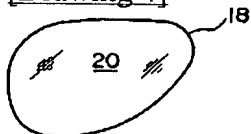
[Drawing 2]



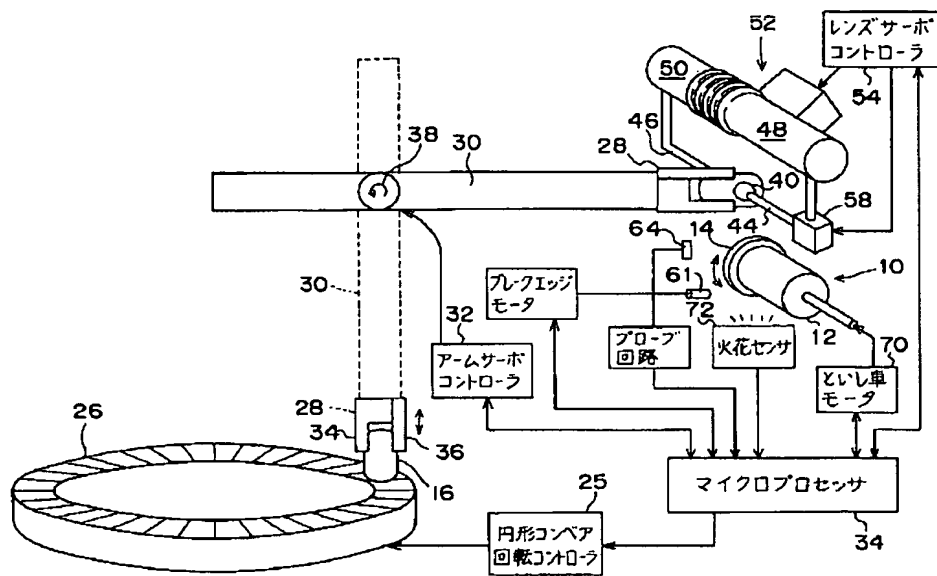
[Drawing 3]



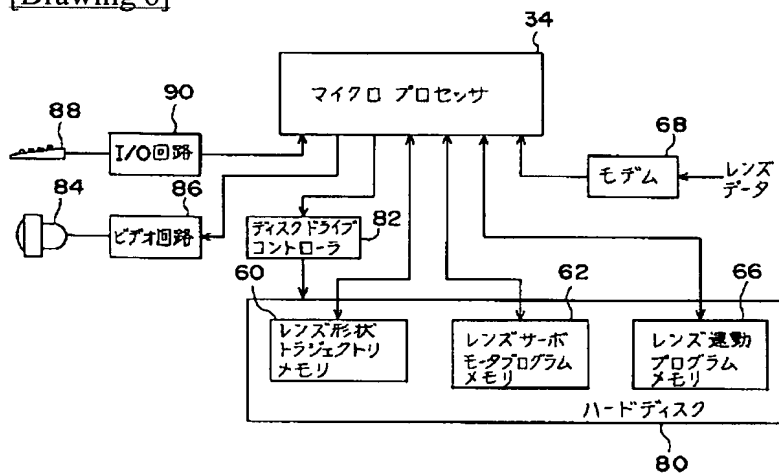
[Drawing 4]



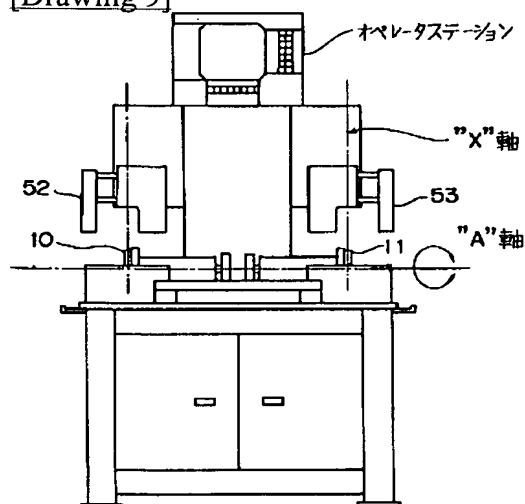
[Drawing 5]



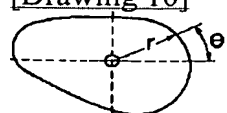
[Drawing 6]



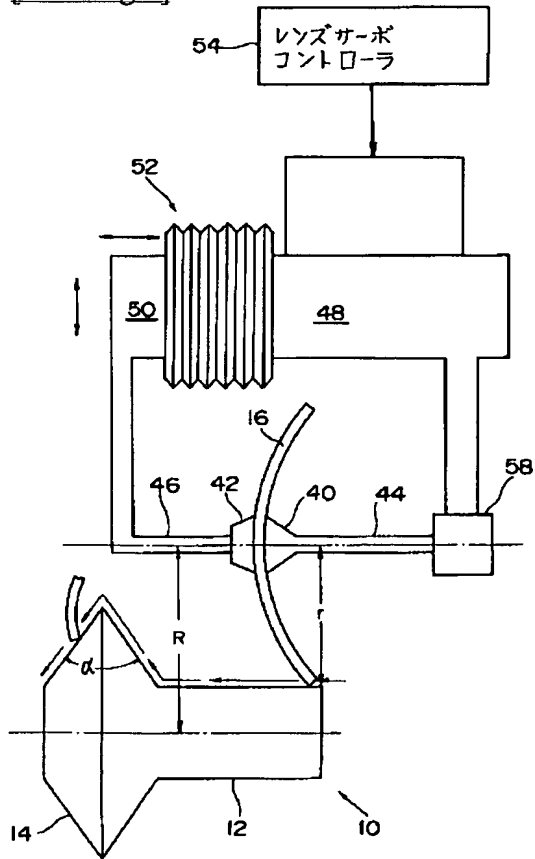
[Drawing 9]



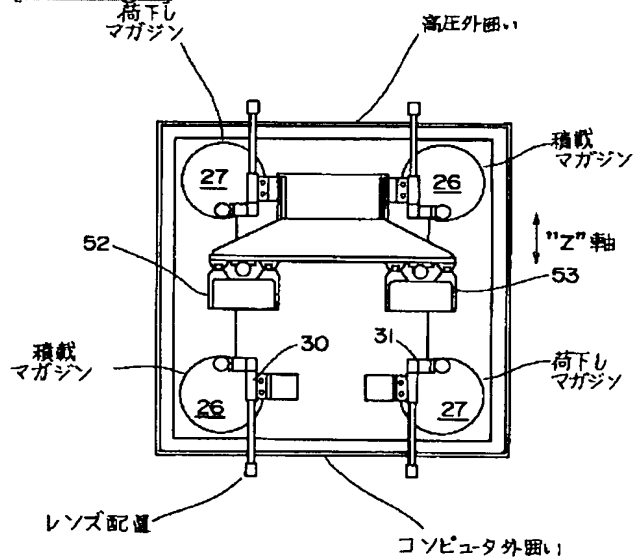
[Drawing 10]



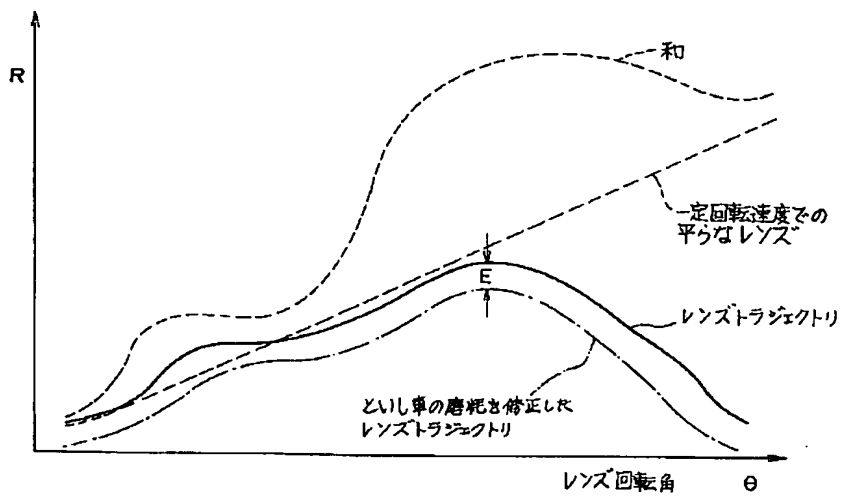
[Drawing 7]



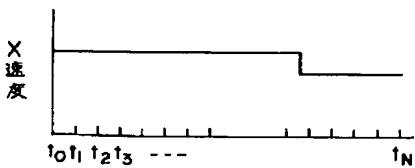
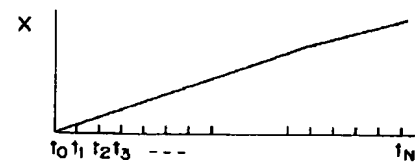
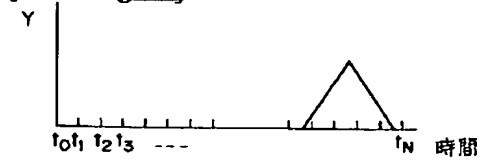
[Drawing 8]



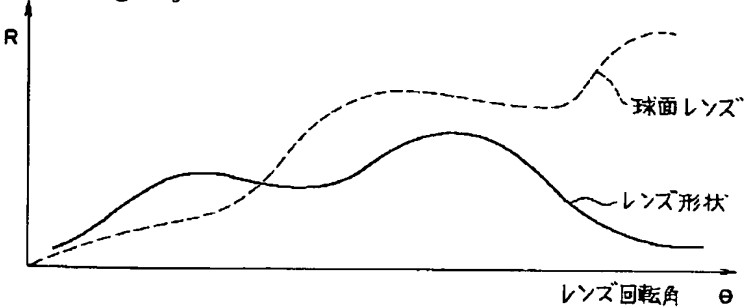
[Drawing 11]



[Drawing 13]

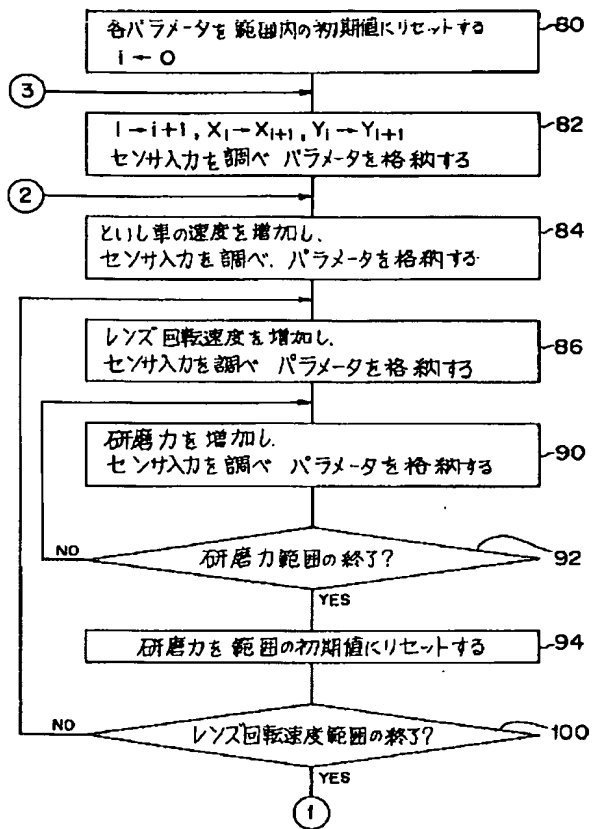


[Drawing 12]

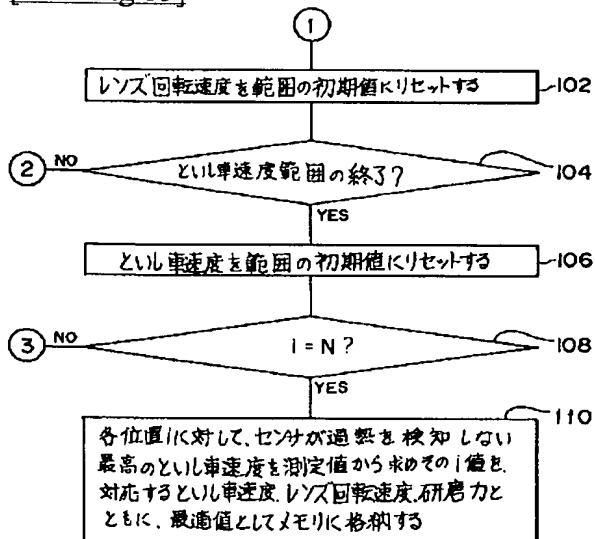


[Drawing 14]





[Drawing 15]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-256547

(43) 公開日 平成7年(1995)10月9日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

B 2 4 B 9/14

審査請求 未請求 請求項の数9 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平3-30903

(22) 出願日 平成3年(1991)2月26日

(31) 優先権主張番号 485, 426

(32) 優先日 1990年2月27日

(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(71) 出願人 391008847

ボシュ・アンド・ロム・インコーポレイテッド

BAUSCH & LOMB INCORPORATED

アメリカ合衆国14604ニューヨーク州ロチェスター、ワン・リンカーン・ファースト・スクエア (番地の表示なし)

(72) 発明者 デイビッド・エル・ブライオン

アメリカ合衆国14472ニューヨーク州ホネオイ・フォールズ、ランタン・レイン10番

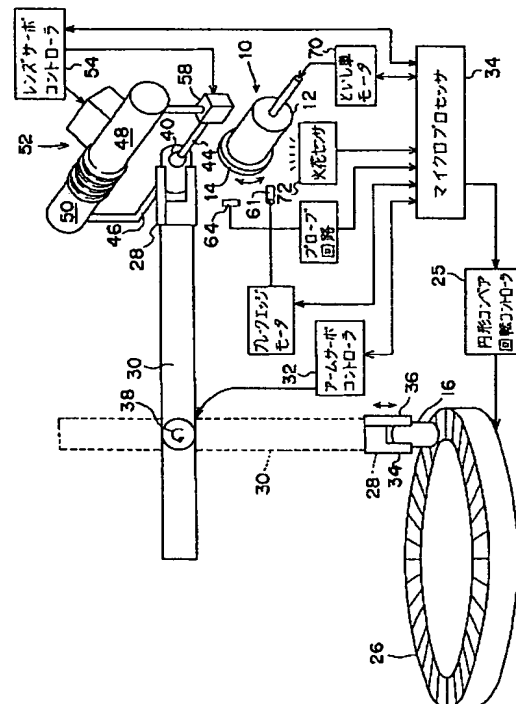
(74) 代理人 弁理士 山本 秀策

#### (54) 【発明の名称】 レンズ縁取システム

##### (57) 【要約】

【目的】 一様な高品質のレンズを速く製作できるレンズ縁取りシステムを提供することである。

【構成】 レンズを縁取りするための計算機数値制御機械システムは、メモリに格納されたレンズ形状に対応して縁取工具に対してレンズ工作物の回転と並進を制御する。本システムは、レンズ加工物を軸方向に砥石車の表面を通して連続的に並進して、砥石車表面の摩耗を一様に分布し、縁取工具のドレッシングの必要性を減らす。本システムは、レンズサイズを予め決めたサイズと比べ、連続するレンズ加工物の縁取りの間にレンズトラジェクトリを自動的に調整することにより差を補償して、縁取工具がレンズサイズの大きな誤差なしに摩耗していくことを可能にする。本システムは全レンズ縁取り作業中の各離散点で、縁取工具速度、レンズ回転速度、レンズ軸方向供給速度およびレンズ加工物と砥石車の間の研削力を制御して、生産を最適化する一方、レンズ加工物の過熱を防止する。これらのパラメータの最適値は、本発明の準備の試行錯誤過程において経験的に決められる。



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】** 縁取工具と、

レンズ工作物を保持する保持手段と、  
上記の縁取工具に対するレンズ縁研削トラジェクトリを表すデータを格納する記憶手段と、  
上記の保持手段を移動し、これにより保持手段の軸の回りの一連のレンズ回転角によりレンズ工作物を回転し、  
上記の一連の回転角に対応する一連のレンズ半径に至るまでレンズ工作物の縁を縁取工具の方へ押すサーボ手段と、  
上記の記憶手段に結合され、上記のサーボ手段を制御して上記の記憶手段に格納されたレンズ縁研削トラジェクトリを表すデータに対応する上記の一連のレンズ回転角と上記の一連のレンズ半径を調節するプログラム可能なマイクロプロセッサ手段とからなり、レンズ工作物の縁輪郭を成形するレンズ縁取システム。

**【請求項 2】** 請求項 1 に記載されたレンズ縁取システムにおいて、

上記のサーボ手段は、上記の保持手段に、縁取工具の表面を通して軸方向にレンズ工作物を並進させる手段を備え、上記のマイクロプロセッサ手段は、上記の保持手段に、縁取工具の表面を通して連続的にレンズ工具を併進させて、縁取工具がドレッシングを必要とする周期を最小にすることを特徴とするレンズ縁取システム。

**【請求項 3】** 請求項 1 に記載されたレンズ縁取システムにおいて、

さらに、縁取工具によって縁を研削するときにレンズ工作物の半径を測定するレンズサイズ検知手段を備え、  
上記のマイクロプロセッサ手段は、上記のレンズサイズ検知手段によって検知された実際のレンズ半径を予定の値と比較し、誤差を計算する手段と、  
この誤差を補償するように上記の一連のレンズ半径を修正し、これにより縁取工具によって縁取りされた一連のレンズの実際のレンズ半径における対応する誤差を生じることなく縁取工具の摩耗を可能にする手段とを備えることを特徴とするレンズ縁取システム。

**【請求項 4】** 請求項 1 に記載されたレンズ縁取システムにおいて、

上記の記憶手段は、レンズトラジェクトリにそっての N 点でのレンズ半径とレンズ回転角とを定義するテーブルを含み、このテーブルは、レンズトラジェクトリデータを有し、上記のテーブルは、さらに、(a) 縁取工具の軸に対するレンズ工作物の並進速度、(b) レンズ回転速度、(c) 縁取工具速度、および、(d) 縁取工具に対してレンズ工作物を保持する力の 4 個のパラメータの中の少なくとも 1 つのパラメータの上記の N 点の各々での対応する値を定義し、

上記のサーボ手段は、上記の記憶手段のテーブルの内容に対応して上記のパラメータの少なくとも 1 つを決める決定手段であって、上記のマイクロプロセッサ手段によ

って制御される決定手段を備えることを特徴とするレンズ縁取システム。

**【請求項 5】** 請求項 4 に記載されたレンズ縁取システムにおいて、

上記の記憶手段における上記の一連のパラメータの値が、試行錯誤法によって決定され、

この試行錯誤法は、少なくとも 1 個の上記のパラメータを変えてレンズ工作物の縁を縁取工具で研削するステップと、レンズ工作物を過熱に対して監視しつつレンズ工作物の複数の組み合わせを実現し、上記の監視過程において過熱が検知されたパラメータ値の組み合わせを除去するステップと、過熱が起こらない縁取工具最高速度を有する組み合わせを上記のテーブルに格納するステップとからなることを特徴とするレンズ縁取システム。

**【請求項 6】** 請求項 5 に記載されたレンズ縁取システムにおいて、

上記の試行錯誤法は、上記の一連のレンズ半径とレンズ回転角の各々で実行され、上記のテーブルへの 1 組の対応する一連のエントリを発生することを特徴とするレンズ縁取システム。

**【請求項 7】** 請求項 1 に記載されたレンズ縁取システムにおいて、

さらに、縁取工具によって縁取りされる複数のレンズブランクを格納するための荷下ろし円形コンベア手段と、縁取工具によってレンズブランクを縁取りして成形した複数のレンズを格納するための積み込み円形コンベア手段と、

上記のマイクロプロセッサ手段によって制御され、荷下ろし円形コンベア手段から上記のレンズブランクのうちの引き続いての 1 個を引き降ろし、保持手段の間に置くための荷下ろしアームサーボ手段と、

上記のマイクロプロセッサ手段によって制御され、レンズブランクから研削されたレンズを保持手段から取って、積載アームサーボ手段を備えることを特徴とするレンズ縁取システム。

**【請求項 8】** 請求項 1 に記載されたレンズ縁取システムにおいて、

さらに、レンズ設計データを受け取るための第 1 入力手段と、

レンズ縁研削トラジェクトリデータを表すデータをレンズ設計データから計算し、このレンズ縁研削トラジェクトリデータを記憶手段に格納するためのプログラム可能な計算手段とを備えることを特徴とするレンズ縁取システム。

**【請求項 9】** 請求項 8 に記載されたレンズ縁取システムにおいて、

上記の縁取工具は、円筒部と、レンズの端を面取りするための頂部とからなり、

上記のレンズトラジェクトリデータを計算するためのプログラム可能な計算手段は、(a) 縁取工具の頂部によ

10

20

30

40

50

って含まれる角度と、(b)縁取工具の円筒部の半径との2つの基準を、レンズ設計データの他に受け取る第2入力手段を含むことを特徴とするレンズ縁取システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、ガラスブランクからレンズを成形するためのレンズ縁取システムに関する。

【0002】

【従来の技術】レンズ縁取機は、従来からよく知られている。1つのタイプは、ラモス等による米国特許第4, 870, 784号に説明されている。典型的には、レンズは、所望の焦点パワーに対応した曲率を有するブランクから成形される。眼のレンズの曲率は、修正焦点パワーを与える。暗いレンズすなわちサングラスのためのレンズ曲率は、典型的には、修正焦点パワーを与えない。所望の曲率のレンズブランクを形成した後で、レンズは、眼鏡のフレームにはまる形にブランクから「切り」出されねばならない。これは、「縁取り」によって、すなわち、所望のレンズ形状に達するまで砥石車等の縁取工具によってレンズの縁を研削することによって達成される。もしレンズが眼のレンズであれば、縁取り工程は、上記のラモス等の特許に開示されたタイプの、すなわち、レンズの縁を面取り (bevel) をするために砥石車の溝を使用するレンズ縁取機によって実行できる。典型的には眼でないレンズを製作するために使用される他のタイプのレンズ縁取機は、レンズの縁を面取りするために砥石車の頂点を使用する。レンズの縁の面取りは、眼鏡またはサングラスのフレームにレンズを堅くはめることを可能にする。両タイプのレンズ縁取機は、砥石車に対してレンズブランクを回転する。同時に、レンズブランクが回転されるにつれ、レンズブランクから形成されるレンズの形状に対応してレンズブランクの中心と砥石車との間の変位 (距離) を変える。上述の両タイプのレンズ縁取機において、この変位は、周知のように、静止表面に対してレンズブランクと共に回転する所望のレンズ形状を備えたカムによって変えられる。この特徴に伴う1つの問題は、異なったレンズ形状を製作するたびに機械の操作を止めてカムを取り換えねばならないことである。レンズがレンズブランクから成形された後で、レンズブランクは、先に説明したように、面取りされる。次に、レンズの縁は、滑らかにされ、すなわち、磨かれて、この工程を終了する。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】レンズ縁取りの現在の方法の問題は、許容範囲外の条件およびレンズ間の非一様性として明白に現れる一貫性のない品質である。これには、いくつかの原因がある。第1に、レンズを研削するために適した典型的にはダイヤモンド的な材料や他の材料である砥石車は、連続的に摩耗し、使用中に次第に小さくなり、レンズサイズを大きくしてしまう。第2

に、カムと、カムが動きこすらねばならない表面とは、連続的に摩耗して、カムの運動によって決定されるレンズ形状を歪めるすべりと振動とがしだいに大きくなる。また、この方法の問題は、砥石車が非一様的に摩耗し、定期的にドレッシングをしなければならないという事実により生じる高い保守費用と非操業時間である。また、先に説明したように、砥石車は、使用とともに小さくなり、したがって、レンズサイズが許容範囲を越える前に、定期的に取り換えねばならない。砥石車がドレッシングされるか、取り換えられるたびに、レンズ縁取機は、操業を中止し、非生産的である。

【0004】同じサイズのレンズを一貫して生産できないというレンズ縁取機の上述の無能は、同じ機械を用いても、各レンズが、砥石車、カム、その他の機械の摩耗表面の寿命中における異なった時間に形成されるという事実から起こる。言い換えれば、異なった縁取機の同じ部品は、異なった摩耗状態にあり、このため、異なった機械で製作されたレンズは、サイズが必然的にわずかに異なる。そのような非一貫性は、レンズをフレームに嵌め込もうとするとときに困難を生じる。

【0005】別の問題は、レンズの縁が研削される速度がガラスのレンズ材料の損傷を避けるために十分遅くしなければならないことである。もし生産性を上げようとする試みにおいて、砥石車の速度および/またはレンズ回転速度が縁取り研削工程中に火花が観察される点まで増加されるならば、ガラス材料は損傷を受け、高品質の眼鏡には使用できなくなる。小さなガラス粒子の火花または燃焼が観察されなくても、縁をあまりにも急速に研削した結果、レンズ表面は容認するには粗すぎる可能性がある。これらの理由のため、ガラスレンズ材料の損傷のどんな危険性も避けるために、レンズ研削速度は、必然的に遅い。この欠点は、遅い生産速度がレンズの製作コストを上げるということである。

【0006】上記のラモス等の特許に開示されているように、計算機がレンズ縁取工程を助けるために使用されている。特に、異なったサイズのレンズが溝に対して異なった位置を必要とするので、ラモス等の特許において、計算機を使用して、レンズサイズに対応して砥石車の面取り (ベベル加工) 用溝のすぐ上にレンズの縁を位置する。また、ラモス等の特許において、計算機は、作業のシーケンスを制御する。

【0007】本発明の目的は、同じサイズのレンズを早く生産出来るレンズ縁取システムを提供することである。

【0008】

【課題を解決するための手段および作用】本発明に係るレンズ縁取システムは、縁取工具と、レンズ工作物を保持する保持手段と、上記の縁取工具に対するレンズ縁研削トラジェクトリを表すデータを格納する記憶手段と、上記の保持手段を移動し、これにより保持手段の軸の回

りの一連のレンズ回転角によりレンズ工作物を回転し、上記の一連の回転角に対応する一連のレンズ半径に至るまでレンズ工作物の縁を縁取工具の方へ押すサーボ手段と、上記の記憶手段に結合され、上記のサーボ手段を制御して上記の記憶手段に格納されたレンズ縁研削トラジェクトリを表すデータに対応する上記の一連のレンズ回転角と上記の一連のレンズ半径を調節するプログラム可能なマイクロプロセッサ手段とからなり、レンズ工作物の縁輪郭を成形する。

【0009】すなわち、本発明に係る送りと速度のプログラム制御を備えたレンズ縁取システムは、メモリの中にプログラムされたレンズの縁の形状に対応してマイクロプロセッサの制御の下にレンズの縁を研削し、面取りする、あらかじめプログラム可能なレンズ縁取システムである。このシステムは、マイクロプロセッサによって制御されるロボット様のアームによってレンズブランクを保持する。アームによるレンズの回転は、砥石車に対するアームの運動とともに、メモリにプログラムされたレンズの縁の形状に対応してレンズの形状とサイズとを決定する。このレンズの縁の形状とサイズとは、メモリ中の異なったレンズの縁の形状をマイクロプロセッサに指示することにより簡単に変更でき、従来のレンズ縁取機においてカムの取り換えに必要であった時間を省ける。

【0010】本発明に係るレンズ縁取システムは、さらに、縁取工具によって縁を研削するときにレンズ工作物の半径を測定するレンズサイズ検知手段を備え、上記のマイクロプロセッサ手段は、上記のレンズサイズ検知手段によって検知された実際のレンズ半径を予定の値と比較し、誤差を計算する手段と、この誤差を補償するように上記の一連のレンズ半径を修正し、これにより縁取工具によって縁取りされた一連のレンズの実際のレンズ半径における対応する誤差を生じることなく縁取工具の摩耗を可能にする手段とを備える。

【0011】すなわち、本システムは、砥石車の摩耗による縮小を自動的に補償するマイクロプロセッサを用いた自己修正フィードバックループの中にレンズサイズセンサを備える。この自己修正フィードバックループは、レンズサイズが監視されている周期に依存するが、レンズサイズのかなりの変化をこうむることなく機械が同じ砥石車を使用し、その砥石車をほとんどナブ (nub) まで摩耗することを可能にする。

【0012】本発明は、また、砥石車の少なくともほとんど全表面に摩耗を分布するための方法を含む。これにより、レンズブランクは、砥石車の表面を通して摩耗を一樣に分布するように、実質的に全レンズ縁研削工程の間に、砥石車の表面を通して軸方向に移動する。この一様な摩耗の工程は、砥石車で溝またはボイドの発生を防止する。(これらの溝またはボイドは、従来の機械では、しばしば砥石車のドレッシングを必要とした。) 本

発明においては、自己修正フィードバックループにより、砥石車が完全に擦り切れるまで取り換える必要がなく、これにより、従来のレンズ縁取機において砥石車の保守への頻繁な留意によって必要であった頻繁な作業中断を除くことができる。

【0013】本発明に係るレンズ縁取システムにおいては、さらに、上記の記憶手段は、レンズトラジェクトリにそってのN点でのレンズ半径とレンズ回転角とを定義するテーブルを含み、このテーブルは、レンズトラジェクトリデータを有し、上記のテーブルは、さらに、

- (a) 縁取工具の軸に対するレンズ工作物の並進速度、
- (b) レンズ回転速度、(c) 縁取工具速度、および、
- (d) 縁取工具に対してレンズ工作物を保持する力の4個のパラメータの中の少なくとも1つのパラメータの上記のN点の各々での対応する値を定義し、上記のサーボ手段は、上記の記憶手段のテーブルの内容に対応して上記のパラメータの少なくとも1つを決めるための上記のマイクロプロセッサ手段によって制御される手段を備える。

【0014】すなわち、本発明の1つの見地によれば、砥石車の円筒部での研削によりレンズの端の形状が形成された後で、砥石車の頂点の両側に対してレンズの端の対向する両側を相次いで回転することによって、レンズの端は、砥石車の凸の頂部で面取りされる。この見地において、レンズの回転運動と、レンズを保持するロボット様のアームの運動は、レンズの形状と曲率と砥石車頂部の形状とに対応して計算されメモリに格納されたトラジェクトリに対応してマイクロプロセッサによって制御される。この明細書において用いられるように、「トラジェクトリ」という言葉は、(a) レンズの固定中心点の回りのレンズの回転、(b) 砥石車の回転に垂直なレンズの半径方向の運動、および、(c) 砥石車の回転軸に平行なレンズの横断運動の同時の経路を指す。異なった面取りの形は、同じタイプのレンズに対してメモリの中にプログラム可能であり、同じ面取りの形が、多くの異なったレンズに対してメモリの中にプログラム可能である。

【0015】本発明によれば、レンズまたはレンズブランクの運動は、レンズの端の研削と面取りの全工程を含む時間においてN点に分割される。ここに、Nは、たとえば64、000のオーダーである。レンズが砥石車に対して回転する速度(レンズ回転速度)、砥石車の回転速度(砥石車の速度)、レンズが砥石車の表面を通して軸方向に並進する速度(軸方向レンズ供給速度)、および、レンズが砥石車に対して保持される力(研削圧力)は、N個の各点においてメモリにそれぞれ定義される。マイクロプロセッサは、製作される各の異なったレンズ形状に対してメモリに格納された1つの完全な組の定義を必要とする。

【0016】本発明に係るレンズ縁取システムにおいて

は、上記の記憶手段における上記の一連のパラメータの値が、試行錯誤法によって決定され、この試行錯誤法は、少なくとも 1 個の上記のパラメータを変えてレンズ工作物の縁を縁取工具で研削するステップと、レンズ工作物を過熱に対して監視しつつレンズ工作物の複数の組み合わせを実現し、上記の監視過程において過熱が検知されたパラメータ値の組み合わせを除去するステップと、過熱が起こらない縁取工具最高速度を有する組み合わせを上記のテーブルに格納するステップとからなる。

【0017】すなわち、本発明のもう 1 つの見地では、10 レンズ回転速度、砥石車の速度、軸方向レンズ供給速度、および、研削圧力の定義の上記の組は、ガラスレンズ材料を過熱する速度よりわずかに低いレンズ回転速度でレンズ研削速度（生産性）を最大にするように N 点の各々において最適化される。各パラメータ（レンズ回転速度、砥石車の速度、軸方向レンズ供給速度、および、研削圧力）に対する最適値は、本発明による試行錯誤法に対応して、N 点の各々で決定される。この試行錯誤法では、すべてのパラメータの様々な組み合わせが、N 点の各々で試みられ、その結果がメモリに格納される。この方法の 1 実施例において、ガラスレンズ材料の過熱を検知するために配置された火花センサを監視しつつ、マイクロプロセッサは、全パラメータ（レンズ回転速度、砥石車の速度、軸方向レンズ供給速度、および、研削圧力）を系統的に変える。レンズの運動における N 点の各々に対して、マイクロプロセッサは、過熱がセンサによって検知されない最高速度で全パラメータの値を測定する。マイクロプロセッサは、メモリに測定値を格納する。この過程が N 個のすべてについて実行された後で、この試行錯誤過程は終了し、メモリは、与えられたレン20 ズ形状の全研削工程のための 1 組の最適な研削パラメータを有する。ここで、この 1 組のパラメータは永久的に（たとえばハードディスクまたは読出専用メモリに）格納され、同じ設計のレンズの製作において繰り返し使用される。この学習過程は、単に十分な量のメモリを必要とするのみである。

【0018】ガラスがレンズから除去される最適速度は、少なくとも部分的には、除去されたガラス粒子が加工物すなわちレンズブランクから熱を除去する能力によって決定される。熱除去のある速度を維持するために、加工物（レンズブランク）のサイズが研削工程の間に減少するにつれガラス除去速度が減少することを防止しなければならない。こうして、本発明の試行錯誤学習法は、多くの場合に、レンズブランクのサイズが研削工程の間に減少するにつれ砥石車速度をだんだん増加することができる。この意味で、本発明の試行錯誤学習法によって発生された最適研削パラメータの組は、「コンスタントサーフェシング（constant surfacing）」と時々言われる金属旋盤技法の周知の原理を満足する。

## 【0019】

【実施例】以下、図面を参照して本発明による実施例について説明する。

（通常のレンズ縁取り技術）図 1 は、従来のレンズ縁取り法における基本的工程を示す。砥石車 10 は、円筒部 12 と頂点部 14 を備え、両部 12、14 は、図 2 に示されるように、同心の円形の形状を有する。砥石車 10 は、ダイヤモンド等の材料から作られる。第 3 図に示されるレンズブランク 16 は、図 1 の円筒部 12 でレンズブランクの縁 18 にそって研削されて、図 4 のレンズ 20 を形成する。次に、レンズの縁 18 の「左」の角 18a は、頂点部 14 の「右」側 14a で研削され、レンズの縁 18 の「右」の角 18b は、頂点部 14 の「左」側 14b で研削されて、それぞれ、面取りされたレンズの縁の表面 22a と 22b を形成する。面取りされた表面 22a と 22b の形は、そのレンズが取り付けられる眼鏡フレームのデザインに一致させる。

【0020】研削工程の間のレンズの動きは、静止した表面に対して回転するカム（図示しない）の動きによって支配される。このカムは、図 4 に示されたレンズ 20 と同じ形状を備える。従来の方法と機械は、前に説明したように、異なったレンズのデザインごとにカムを取り換える必要性という欠点とともに、砥石車 10 の表面の摩耗、カムの表面の摩耗、非一様な摩耗による砥石車 10 の表面でのボイドの生成といった多くの欠点を有していた。

【0021】（本発明のシステム）すべてのこれらの問題は、図 5 と図 6 に示した本発明のレンズ縁取システムにおいて解決される。各レンズブランク 16 は、中央のマイクロプロセッサ 34 によって制御されるアームサーボコントローラ 32 によって支配されるサーボ制御アーム 30 に取り付けられたサーボ制御ハンド 28 によって、多くのレンズブランクを収容する円形コンベア 26 から引き出される。回転する円形コンベア 26 の位置は、周知のデジタルサーボ制御技法を用いて円形コンベア回転コントローラ 25 を通してマイクロプロセッサ 34 により制御される。1 つの実行において、ハンド 28 は、軸方向にアーム 30 にそって動くので、円形コンベア 26 の方に動き（破線位置）、2 本の指 34、36 の間にレンズブランクの対向する縁をつかむ。指 36 は、レンズ 16 をしっかり挟むためにもう一方の指 34 の方へ移動可能である。ハンド 28 は、次に、アーム 30 まで引っ込み、アーム 30 は、ピボット 38 の回りに実線位置まで回転する。次に、ハンド 28 は、軸方向にアーム 30 にそって動き、回転スピンドル 44、46 に取り付けられた対向するドライバカップ 40、42（図 7）の間にレンズブランクを挿入する。スピンドル 44、46 は、マイクロプロセッサ 34 の制御の下でレンズサーボコントローラ 54 によって支配されるレンズサーボアーム 52 の対向するスパー 48、50 に支持される。レ

レンズブランク16が一对のドライバカップ40、42の間に位置されるとすぐに、レンズサーボコントローラ54は、図7に示されるように、2個のドライバカップ40、42の間にレンズブランク16をつかむように、対向するスパー48、50を相互に向けて移動させる。次に、マイクロプロセッサ34は、レンズサーボコントローラ54に指令して、アーム52を砥石車10の方に移動し、レンズブランク16の縁を砥石車10に対して保持し、レンズサーボコントローラ54によって制御されるスピンドルモータ58を用いてスピンドル44、46

【0022】レンズサーボコントローラ54は、所望のレンズ縁輪郭すなわち形状を達成するために、レンズブランク16がスピンドル44、46の軸の回りに回転するにつれ、レンズブランク16の中心（すなわち、スピンドル44、46の軸）の砥石車10の軸からの距離Rを変える。レンズサーボコントローラ54は、レンズ形状トラジェクトリメモリ60に格納されたレンズトラジェクトリテーブルに対応してマイクロプロセッサ34の制御の下にこれを行う。このレンズトラジェクトリテーブルは、形成されるべきレンズの形状に対応してスピンドル44、46の軸の回りのレンズブランク16の各増分回転位置 $\theta$ に対するレンズブランク中心と砥石車10の間の距離rを定義する。周知の従来の計算機数値機械制御技法を用いて、マイクロプロセッサ34は、レンズ形状トラジェクトリメモリ60に格納されたデータから、レンズサーボコントローラプログラムメモリ62に格納されたサーボコントローラプログラムを用いてサーボ制御信号を計算する。サーボコントローラプログラムの作成は、当技術において通常である。マイクロプロセ

【0023】レンズ縁取工程が終了すると、レンズの縁は、レンズの縁18の角18aを保持するレンズサーボアーム52によって、回転するブレードエッジ砥石車61によって、滑らかにされる。

【0024】レンズ形状トラジェクトリメモリ60は、広範囲の選択のために多数の異なった縁形状の異なったレンズを製作するための異なったトラジェクトリテーブルを含むことができる。こうして、レンズデザインは、マイクロプロセッサ34をメモリ60内の異なったテーブルに指示することによって急速に変更でき、これは大きな長所である。

【0025】（自己修正レンズサイズフィードバック制御ループ）砥石車10は、摩耗するにつれ、しだいに小さくなり、このため、従来の技術では、レンズのサイズを増加した。その解決法は、砥石車10をしばしば取り換えて、連続するレンズが縁取りされる時のレンズサイズの増加を最小にすることであった。本発明では、この問題は、プローブ出力回路66を通してマイクロプロ

セッサ34に接続されるサイズプローブ64を使用することにより解決される。このプローブ64は、たとえば英国グロウチェスタ（Gloucester）のレニショー・メトロロジ社（Renishaw Metrology Ltd.）により製造されるタイプである。レンズ20が図5と図6のシステムによって形成された後で、レンズサーボアーム52は、あらかじめ決定された回転位置 $\theta$ までレンズ20を回転し、次に、レンズ20をプローブ64の方に縁にそって動かす。マイクロプロセッサ34は、プローブ64が最初にレンズの縁と接触した時点でレンズサーボアーム52の位置を検知する。この位置は、回転位置 $\theta$ におけるレンズ20の半径rを示す。正しい位置は、所望のレンズ縁輪郭からただちに決定できる。マイクロプロセッサ34は、実際の位置と正しい位置とを比較し、誤差を計算する。マイクロプロセッサ34は、次に縁取りされるレンズと砥石車10の軸との距離を調整（減少）することによりこの誤差を補償する。本質的に、マイクロプロセッサ34は、全縁取り工程におけるレンズのトラジェクトリを調整し、計算された位置誤差に等しい量だけレンズを砥石車10の回転軸に近付ける。この特徴は、以下に説明される。こうして、レンズ半径が十分しばしば監視されていれば、砥石車10は、レンズサイズの誤差を発生することなく、連続するレンズの縁取りの間に、ほとんどその軸にまで擦り減ることが可能になる。

【0026】（砥石車摩耗の一樣な分布）従来のもう1つの問題は、多くのレンズ縁取りが、砥石車10の円筒部12で起こり、砥石車10にボイドあるいは望ましくない溝を発生する非一樣な摩耗を生じることであった。このため、砥石車10は、しばしばドレッシングをしなければならなかった。この問題を解決する本発明の方法では、マイクロプロセッサ34は、レンズサーボアーム52に、全レンズ縁取工程の間にレンズブランク16を軸方向に砥石車10の表面を通して連続的に並進させる一方、砥石車10の一端から他端までレンズの軸方向供給速度を制御して、砥石車10の全表面にわたって摩耗を一樣に分布する。この軸運動は、レンズが砥石車10の頂部14に接触するときに、面取り操作の間に続く。

【0027】本発明の一樣な摩耗の分布の方法において、レンズサーボアーム52は、所望のレンズ形状に対応して砥石車10からの変位を変えつつレンズブランク16を回転し、同時にレンズを軸方向に砥石車10の表面を通して連続的な動きで並進することにより複雑な仕事を行わなければならない。この仕事は、以下に説明するように、レンズ20が砥石車10の頂部14で面取りされるので、さらに複雑になる。

【0028】（2レンズ2積載／荷下しマガジン法）図8と図9を参照して、本発明の好ましい方法は、同じマイクロプロセッサ34が、1対のレンズサーボモータ52、53を用いて1対の砥石車10、11により1対の

レンズの同時の研削を制御することを必要とする。2個の砥石車10、11の各々に対して、(図5におけるような)荷下ろしアーム30と積載アーム31、および、(図5におけるような)荷下ろし円形コンベア(マガジン)26と積載円形コンベア(マガジン)27がある。1個のレンズサーボアーム52に関して、荷下ろしアーム30は、荷下ろし円形コンベア26からレンズブランク16をつかみ、縁取りのためレンズサーボアーム52に与える。縁取り工程の最後で、積載アーム31は、そのレンズをレンズサーボアーム52から取り、積載円形コンベア27に置く。各円形コンベア26、27は、次のサイクルのため、対応する積載アーム31または荷下ろしアーム30に円形コンベアの次のスロットを示す位置に回転される。好ましくは、マイクロプロセッサ34は、1つの完成したレンズ20が荷下ろし円形コンベア26に置かれているときに次のレンズブランク16が積載円形コンベア27から取り出されるように両円形コンベア26、27と両アーム30、31を操作するようにプログラムされる。このため、むだな動きがない。1つの長所は、各対のレンズがうまく適合する確率を増大するために、同じサイクルが、同じ眼鏡フレームに挿入される1対のレンズブランクを同時に生産するために使用出来ることである。

【0029】(プログラム可能なレンズ縁取り・面取り法)図10は、典型的なレンズの縁の形状を極座標で示す。図10の半径 $r$ は、レンズ20の中心(スピンドル44、46の軸)と砥石車10の表面との図7の距離 $r$ に対応する。ここに定義されるように、レンズの中心は、縁取り工程においてレンズ20がその回りに回転する点をいう。図7の距離 $R$ はレンズ20の中心と砥石車10の間の変位である。 $r$ と $R$ の差は、砥石車10の半径である。図11の実線の曲線は、図10の極座標図に対応したレンズ回転角 $\theta$ の関数としての $R$ のグラフである。この実線の曲線は、砥石車10の円筒部14(だけ)の上でのレンズブランク16の動きを支配するレンズ形状トラジェクトリメモリ60に格納されたデータの中で定義されたトラジェクトリである。

【0030】(レンズ面取りの間の一様な摩耗の分布)面取り作業の間のレンズ20のトラジェクトリは、さらに複雑であり、レンズ20それ自身の曲率と共に砥石車10の頂部14の傾きに依存する。図10の曲座標図に描かれたレンズ形状が曲率をもたない(すなわち完全に平らである)と仮定すると、面取り作業におけるレンズトラジェクトリは、図11の破線の傾斜した線を上記の実線曲線に重畳して両者を加えることにより得ることができる。その結果生じた複雑なレンズトラジェクトリ

(点線)は、砥石車10の全表面にわたって一様に摩耗を分布する本発明の方法によってレンズが軸方向に一定速度で頂部14の表面を横切って並進するとき、面取りにおける砥石車10に相対的なレンズトラジェクトリ

を表す。この点線の曲線が表すトラジェクトリの一部において、頂部14の表面にわたって摩耗を一様に分布するようにレンズが頂部14の1側を登り次に他方に降りる。こうして、図11の点線曲線は、レンズ縁取り工程の面取り部分のためにメモリに格納されたデータに対応する。

【0031】しかし、レンズは典型的には球面曲率を有するので(図1のレンズ20の側面図に描かれるように)、多くの場合、レンズトラジェクトリは、面取り工程においてさらに複雑である。この複雑なレンズトラジェクトリは、図12のグラフにおいて、レンズの縁の形状を定義する実線曲線と曲がった破線曲線との和により得ることができる。図12のこの非直線的破線曲線の形状は、レンズの曲率と砥石車10の頂部14の刃先角 $\alpha$ とによって指示される。図11と異なり、面取りの間のレンズトラジェクトリは、図12のさらに複雑な場合に対して図示されていないが、しかし、理論的には、図12の2つの曲線の加算によって得られる。レンズ20と頂部14の中心との間の距離 $R$ を変えることによって、レンズの縁が面取りされる深さを希望に応じて変えることができる。

【0032】面取りの間のレンズトラジェクトリを得るためのより実用的な方法は、周知の原理により、球面三角法を用いて計算することである。これを実行するための計算機プログラムは、提出物件として本出願に添付された。そのような計算機プログラムは、マイクロプロセッサ34によって実行でき、レンズ運動プログラムメモリ66に格納できる。そのようなプログラムはレンズ形状(図10の曲座標によって表せる)を含むレンズデザインデータ、レンズ曲率(たとえば図1のレンズの側面図に見ることができる)、および、砥石車10の頂部14の刃先角 $\alpha$ を入力することを使用者に要求するだけである。そのような入力データは、図6に図示された周辺装置68で格納または入力できる。周辺装置68は、メモリまたはモデム等の通信デバイスである。こうして、新しいレンズデザインは、モデム68を介して遠くの離れた位置から入力でき、全体のレンズの動きは、レンズ運動プログラムメモリ66の中のレンズ運動プログラムを用いてマイクロプロセッサ34により急速にかつ自動的に計算される。得られたレンズトラジェクトリテーブルは、他のレンズデザインのための対応するテーブルと共に、レンズ形状トラジェクトリメモリ60の中にマイクロプロセッサ34によって格納される。レンズデザインを変更または更新する全体の過程は、図5と図6に示されたシステムにおいて、実質的に人手を必要とせず、これは大きな長所である。

【0033】(砥石車が擦り減るにつれレンズトラジェクトリを変更する自己修正フィードバックループ) $R$ と $r$ の差は、砥石車10の半径であり、この半径は、砥石車10が擦り減るにつれ減少する。前に説明したよう



に、マイクロプロセッサ 34 により実行される自己修正フィードバック法は、予め決定されたレンズ回転角  $\theta$  での理想的レンズ半径を、図 10 のグラフから決定されるその角度での正しい半径と比較する。差は、砥石車 10 が摩耗により擦り減った量を示す。マイクロプロセッサ 34 は、たとえば図 11 のグラフにおける全ての R の値から、予め決定された角度  $\theta$  での実際の角度と理想の角度との検出された差を減算することによって、レンズトラジェクトリを簡単に変更する。

【0034】その結果は、図 11 の一点鎖線によって示される。図 11 における実線と一点鎖線との変位 E は、誤差、すなわち、マイクロプロセッサ 34 によって検出された理想的レンズ半径と実際のレンズ半径との差である。こうして、砥石車 10 の半径が減少するにつれ、マイクロプロセッサ 34 は、レンズ回転角度  $\theta$  の関数としてのレンズ半径  $r$  を、R を必要なだけ減少することによって、正しい値に維持する。

【0035】(レンズ形状トラジェクトリメモリ 60 の性質) レンズ縁取り工程を支配する全てのパラメータは、レンズ形状トラジェクトリメモリ 60 に格納された 20 テーブルの中に定義される。すでに説明したように、レンズ形状トラジェクトリメモリ 60 には、本発明の一例に摩耗を分布する方法によって要求される連続的軸方向供給速度とともに、レンズ成形パラメータ  $r$  および  $\theta$  がある。他のパラメータには、レンズ回転速度 ( $d\theta/dt$ )、砥石車速度、および、砥石車 10 に対してレンズ

の縁が押される力がある。

【0036】マイクロプロセッサ 34 による離散的制御を実行するために、ベクトル ( $r, \theta$ ) によって定義されるレンズ運動が、N 個の別々の区分に分割される。以下の例では、 $N=64$ 、000 であるが、熟練作業者は、N の任意の適当な値を選択できる。これらの区分は、縁取り工程の全期間にわたる時間  $t_0, t_1, t_2, \dots, t_N$  における N 点として考えられる。レンズの中心の砥石車 10 の軸からの変位 Y は、時間の関数として図 13 の上側に図示される。この図の三角のこぶは、工程の面取り部分に対応する。図 13 の真ん中のグラフは、上側と同時のグラフであり、砥石車 10 の軸にそってのレンズの中心の位置 X を時間の関数として示す。この真ん中のグラフの教育的例では、レンズの供給速度 ( $dX/dt$ ) は工程の面取り部分で小さくなる。このことは、図 13 の下側のグラフに図示される。しかし、供給速度の任意のシーケンスあるいは変化が可能である。

【0037】図 13 の 3 つのグラフは、レンズトラジェクトリが砥石車 10 を横切って軸方向に常に並進する図 7 に示されたレンズトラジェクトリに対応する。前に述べた全パラメータは、同様に図示できる。そのような図は、図 13 におけるように N 点に分割され、レンズ形状トラジェクトリメモリ 60 に格納されたデータを表すようにデジタル化される。

【0038】

【表 1】

時間	供給速度	といし車速度	回転速度	研削力	半径 $r$	角度 $\theta$
$t_0$	$FV_0$	$WS_0$	$FR_0$	$P_0$	$r_0$	$\theta_0$
$t_1$	$FV_1$	$WS_1$	$FR_1$	$P_1$	$r_1$	$\theta_1$
$t_2$	$FV_2$	$WS_2$	$FR_2$	$P_2$	$r_2$	$\theta_2$
$t_3$	$FV_3$	$WS_3$	$FR_3$	$P_3$	$r_3$	$\theta_3$
:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:
$t_{63.999}$	$FV_{63.999}$	$WS_{63.999}$	$FR_{63.999}$	$P_{63.999}$	$r_{63.999}$	$\theta_{63.999}$
$t_{64.000}$	$FV_{64.000}$	$WS_{64.000}$	$FR_{64.000}$	$P_{64.000}$	$r_{64.000}$	$\theta_{64.000}$

表 1 は、レンズ形状トラジェクトリメモリ 60 に格納されたテーブルにおけるデータのフォーマットを示す。工程を分割した 64, 000 点 ( $t_0, t_1, t_2$  等と名づけられる) の各点 ( $t_i$ ) において、表 1 のテーブルは、レンズ軸方向供給速度 ( $FV_i$ )、砥石車速度 ( $WS_i$ )、レンズ回転速度 ( $FR_i$ )、研削力 ( $P_i$ )、変位 ( $r_i$ ) 及びレンズ回転角度 ( $\theta_i$ ) を定義する。 ( $i=1, 2, \dots, N$ ) 工程の各点  $t_i$  において、マイクロプロセッサ 34 は、レンズ形状トラジェクトリメモリ 60 に格納される表 1 から、上述のパラメータの各々の対応する値を取り出し、その値から、レンズサーボコントローラ 54、砥石車モータ 70 およびレンズ回転モータ 58 に送るサーボコントロール信号の変化を決定する。

レンズサーボコントローラ 54 は、レンズサーボアーム 52 の運動を支配することにより、砥石車 10 の軸にそってのレンズの軸方向並進速度、レンズの回転、および、レンズの中心の砥石車 10 の表面からの距離  $r$  を制御する。

【0039】熟練作業者は、表 1 の様々な実際的な具体例を工夫でき、前に述べたように、前述のパラメータのうちのいくつかは、冗長あるいは不要として除去され得る。たとえば、レンズ回転角度  $\theta$  を N 点の各々において時間的に間に合って特定することは、N 点の各々においてレンズ回転速度  $d\theta/dt$  を特定する必要を除去する。

【0040】(プログラムされた試行錯誤学習法) レン

ズ縁取り工程を分割した $N=64$ 、 $000$ 個の各点での表1の全パラメータの最適値を計算する公知の方法はない。本発明によれば、 $N$ 点の各々での全パラメータにたいする値の「最適」組は、ガラスレンズ材料に害を与えずに最大の生産性を生じる組として定義される。そのような害は、縁取り工程に続くレンズの縁での縁取りすなわち下手な表面仕上げにおける目に見える火花（ガラス粒子の燃焼）によって証拠となる。

【0041】表1のテーブルのパラメータの最適値を用いてレンズ形状トラジェクトリメモリ60をプログラムし、図5と図6のシステムを操作する本発明の方法は、図14と図15のフローチャートに図示される予備的学習ステップで始まる。本質的に、表1のテーブルにおいて、本工程が分割された $N$ 点の各々で上記のパラメータはすべて変化し、ガラスレンズ材料への害の証拠なしに砥石車による最高のガラスレンズ材料除去速度を有するパラメータ値の組み合わせは、本工程のその点での最適な組として選択される。このタスクは、 $N$ 点の各々においてパラメータ値の最適な組を見付けるために $N$ 回実行される。

【0042】図14と図15の実施例において、この方法は、レンズブランク16から砥石車10によって除去されたガラス粒子の火花を検出するように配置された赤外センサ等の火花センサ72（図5）を用いる。マイクロプロセッサ34は、レンズ縁取り工程における $N$ 点の各々において表1のテーブルの全パラメータの全ての可能な組み合わせを通して自動的にかつ系統的に本システムを進めさせる（図14と図15のステップ80からステップ108）。パラメータ値の各組み合わせに対して、マイクロプロセッサ34は、火花センサ72を調べ、その組み合わせが許されるか否かを決定する。最後に、そのデータは、格納され、マイクロプロセッサ34は、許される最高砥石車速度を見つけ、レンズ形状トラジェクトリメモリ60の中の表1に現在格納されている他のパラメータとともにその値を格納する（ステップ110）。こうして、マイクロプロセッサ34は、レンズ縁取りおよび面取り工程を分割した $N$ 点の各々において前述のタスクを実行することにより、表1のテーブルの全てのエントリを満たす。

【0043】図14と図15の単純化された例において、教育的明瞭さのために、レンズブランク16が軸方向に砥石車10の表面を横切って並進する直線的供給速度が全縁取り工程において一定であり、面取り工程において別のより小さい一定の速度に減少すると仮定する。しかし、この単純化は、必要でなく、多くの場合に発明の実施において用いられない。この単純化により、時間 $t_i$ における各点は、図13の上側と真ん中のグラフに対応して、レンズブランク16の $X_i$ 、 $Y_i$ 位置に容易に関連される。表1のテーブルの各パラメータ（砥石車速度など）の現実的な範囲が選択される。

【0044】本学習法は、パラメータの各々をその範囲の初期値に設定し、引数 $i$ を0に初期化することにより始まる（図14ステップ80）。次に、レンズブランク16の $X_i$ 、 $Y_i$ 位置が、次の $(i+1)$ 番目の位置に増加され、マイクロプロセッサ34は火花センサ72を調べ、もし火花センサ72がガラスレンズ材料の過熱を検出しないならば、表1のテーブルの全パラメータの現在の値を格納する（ステップ82）。次に、砥石車速度が増加され、マイクロプロセッサ34は、前のように、同じ観測・格納タスクを繰り返す（ステップ84）。次に、レンズ回転速度が増加され、マイクロプロセッサ34は、前のように、同じ観測・格納タスクを繰り返す（ステップ86）。次に、研削力が増加され、マイクロプロセッサ34は、前のように、同じ観測・格納タスクを繰り返す（ステップ90）。

【0045】研削力がその範囲の最後に達するまで（ステップ92）、ステップ90が内側ループで逐次的に繰り返され、その範囲の最後では、その範囲の始めにリセットされる（ステップ94）。次に、ステップ86が外側ループで逐次的に繰り返され、各々のそのような繰り返しは、レンズ回転速度がその範囲の最後に達するまで（ステップ100）内側ループの完全な循環を含み、その範囲の最後では、その範囲の始めにリセットされる（ステップ102）。次に、ステップ84が外側ループで逐次的に繰り返され、各々のそのような繰り返しは、砥石車速度がその範囲の最後に達するまで（ステップ104）前に説明されたような内側ループと外側ループの完全な循環を含み、その範囲の最後では、その範囲の始めにリセットされる（ステップ106）。

【0046】もしレンズブランクがその進行の終わりに達していないならば（ステップ108）、このフローは、ステップ82に戻り、フローを繰り返す。そうでなければ（ステップ108のYES分岐）、マイクロプロセッサ34は、前のステップで格納されたデータの解析を開始する（ステップ110）。ステップ110では、マイクロプロセッサ34は、レンズブランク16のトラジェクトリにおける $N$ 個の各位置 $X_i$ 、 $Y_i$ で記録されたパラメータの全組み合わせを調べる。各位置で、マイクロプロセッサ34は、どの組み合わせが最高の砥石車速度を有するかを決定し、表1のテーブルにおいて、対応する $t_i$ 値でその組み合わせ（のみ）を記録する。

【0047】図14と図15のフローチャートは、本発明により実行される多数の可能な試行錯誤学習法の1つを図示する。図14と図15の方法では、パラメータ値の最適な組み合わせは、単純に最大砥石車速度によって定義され、火花センサが使用される。その他に、パラメータの最適な組み合わせの他の定義が使用できる。さらに他の方法では、表面仕上げの測定が火花センサ72の代わりに使用できる。もちろん、前述のパラメータを除いて他のパラメータを代わりに用いてもよい。

【0048】図14と図15のプログラムされた学習法の1つの長所は、砥石車10がガラスレンズブランク16から材料を除去する速度の増加がレンズブランク16から熱が除去される速度を増加するので、研削速度の最適上限が期待よりもずっと高い可能性があることである。しかし、一般に、32と250の間のレンズの縁の根二乗平均表面仕上げによって特徴づけられる許容可能な結果は、2,500RPM附近の砥石車速度、20RPMのレンズ回転速度、および、30インチ/分の軸方向レンズ供給速度によって達成される。好ましくは、砥石車10の頂部14の刃先角 $\alpha$ は113°である。

【0049】好ましくは、マイクロプロセッサ34は、周知の種類のAT計算機システムの一部であり、ここでは、マイクロプロセッサ34は、20メガバイトのハードディスクメモリ80をディスクドライブコントローラ82を通して制御し、ビデオコントローラ86を通してモニタ84を制御する。コマンドは、ATキーボード端末88によってI/O90を通してマイクロプロセッサ34に送信可能である。メモリ60、62、66は、すべて、ハードディスクメモリ80の中の個々のメモリ位置である。オペレータは、キーボード端末88を使用して、図5と図6のシステムによって実行されるレンズ縁取り工程に関する情報をマイクロプロセッサ34によりモニタ84上に表示させる。また、オペレータは、キーボード端末88を用いて、工程を開始、中断、変更させる。たとえば、新しいレンズデザインデータをモデム68を介して受信しメモリ80に格納することを可能にする。オペレータは、また、キーボード端末88を使用して、図14と図15に格納されたプログラムされた学習法の開始をマイクロプロセッサに指令できる。好ましくは、図14と図15の方法は、メモリ80に格納されたソフトウェアプログラムの中で実行される。

【0050】本発明は、好ましい実施例を特に参照して詳細に説明されたが、本発明の考えと範囲から逸脱しない変形と修正とは可能である。

#### 【0051】

【発明の効果】本発明によれば、送りと速度のプログラム制御を備えたレンズ縁取りシステムにおいて、一様な品質のレンズを速いレンズ研削速度で製作できる。また、砥石車を、芯まで擦り減るまで使用でき、カム取り換えに必要な時間を短縮でき、生産性が向上する。

【0052】また、高品質のレンズを高速で製作できる最適パラメータの組を試行錯誤法によって自動的に決定できる。これにより、最適（最高速）レンズ研削速度で製作可能になり、生産性が向上する。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】レンズの縁を研削するための従来の装置の図式

的な側面図である。

【図2】レンズの縁を研削するための従来の装置の一部の図式的な図である。

【図3】レンズブランクの図である。

【図4】図1の装置によって図3のレンズブランクから製作されたレンズの図である。

【図5】本発明のレンズ縁取りシステムの主要部品を示す第1の図式的な図である。

【図6】本発明のレンズ縁取りシステムの主要部品を示す第2の図式的な図であり、図5と図6で全体のシステムを表す。

【図7】図5と図6のシステムにおいて使用されるレンズサーボアームを示す図式的な図である。

【図8】図5と図6に示すシステムの全体の立面図である。

【図9】図5と図6に示すシステムの全体の上面図である。

【図10】レンズ縁輪郭の典型例の極座標プロットである。

【図11】一定のレンズ回転速度の下で曲率のないレンズの縁取り加工をするときの、砥石車の円筒部での縁取りの間のレンズトラジェクトリ（実線）と砥石車の頂部での縁取りの間のレンズトラジェクトリ（破線）のグラフである。

【図12】レンズ一定のレンズ回転速度の下で球面曲率を有するレンズの縁取り加工をするときの、砥石車の円筒部での縁取りの間のレンズトラジェクトリ（実線）と砥石車の頂部での縁取りの間のレンズトラジェクトリ（破線）のグラフである。

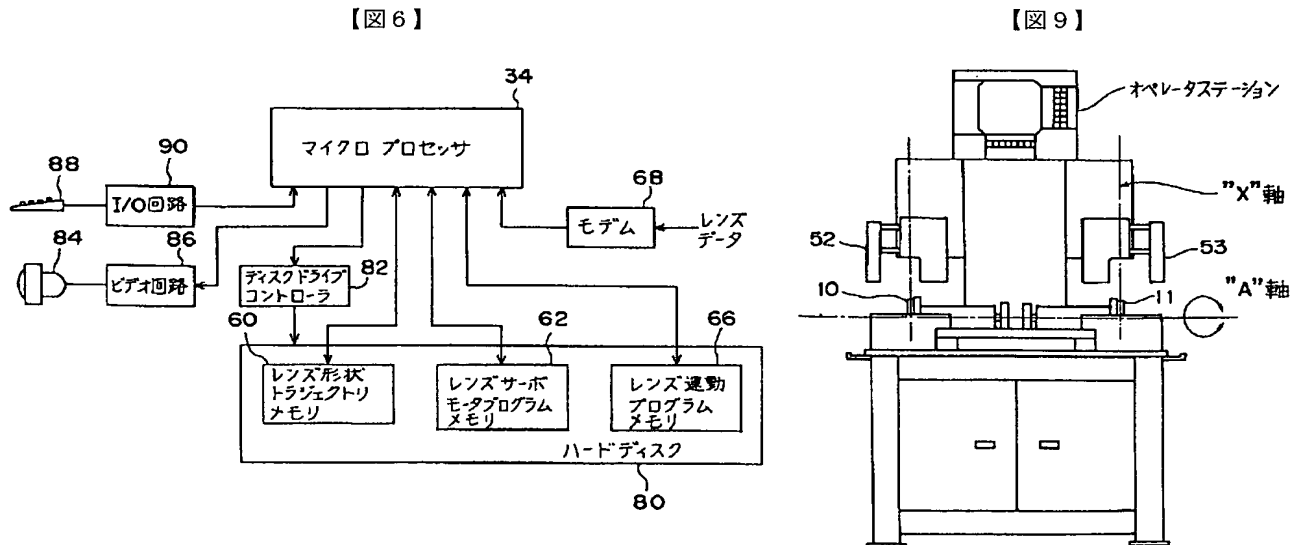
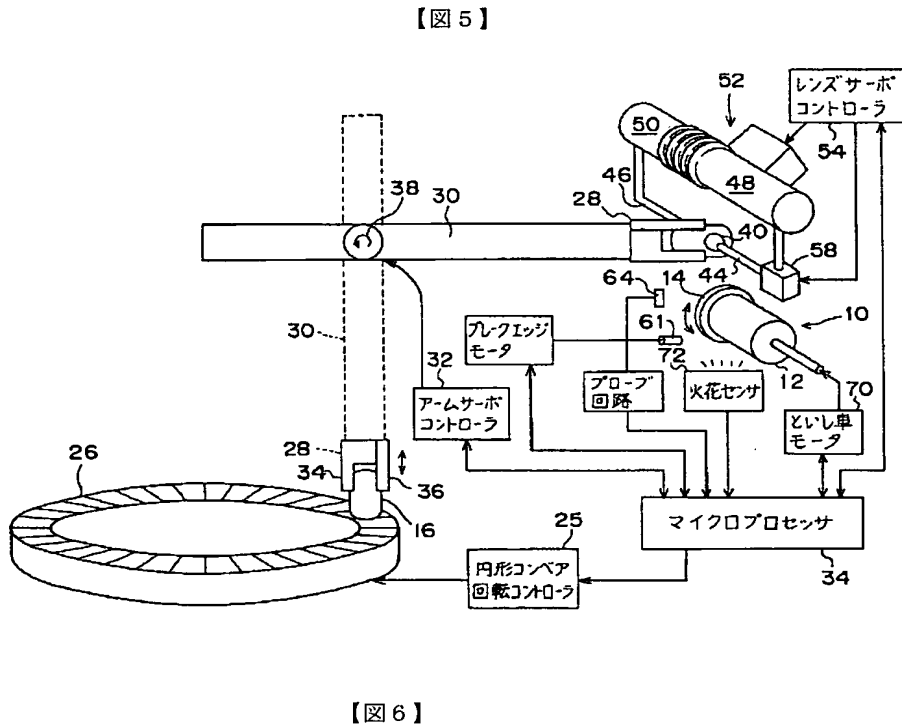
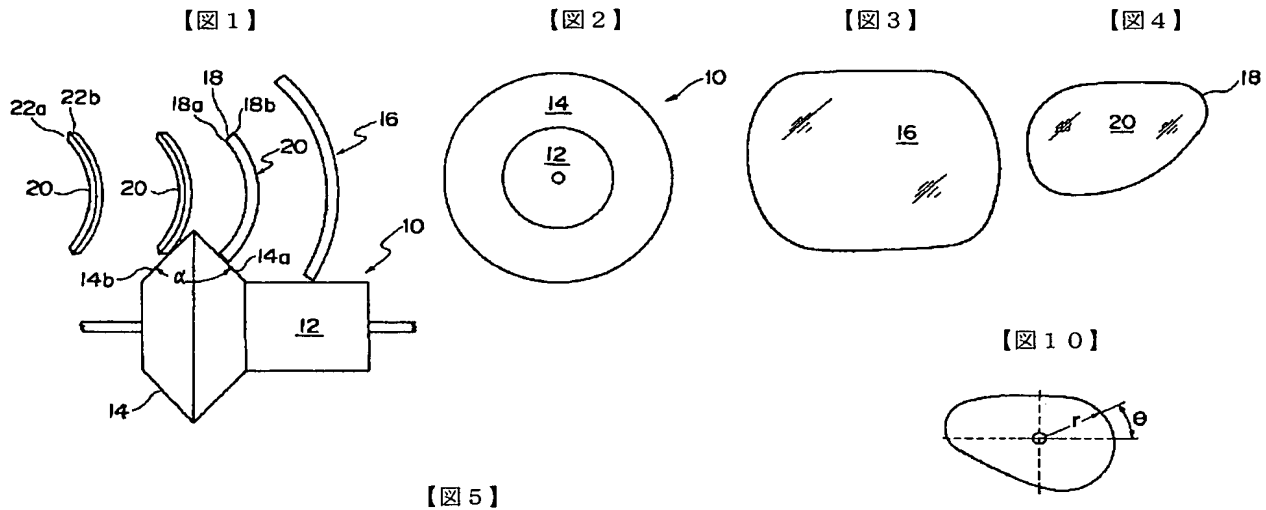
【図13】上、中、下は、それぞれ、砥石車に対するレンズの動きの垂直位置、水平位置、および水平（供給）位置を時間の関数として図示する典型的なレンズトラジェクトリのグラフである。

【図14】表1に書き込まれたパラメータの最適値を学習するための本発明の学習プロセスの一部のフローチャートである。

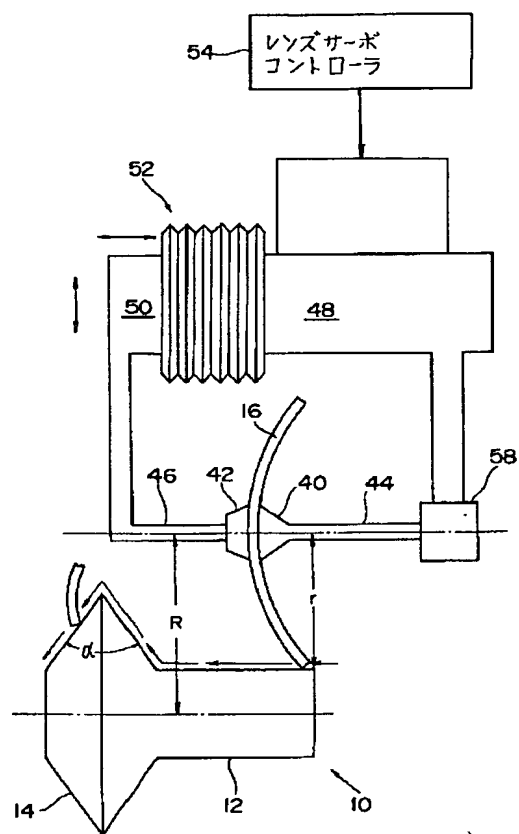
【図15】表1に書き込まれたパラメータの最適値を学習するための本発明の学習プロセスの図14のフローの続きのフローチャートである。

#### 【符号の説明】

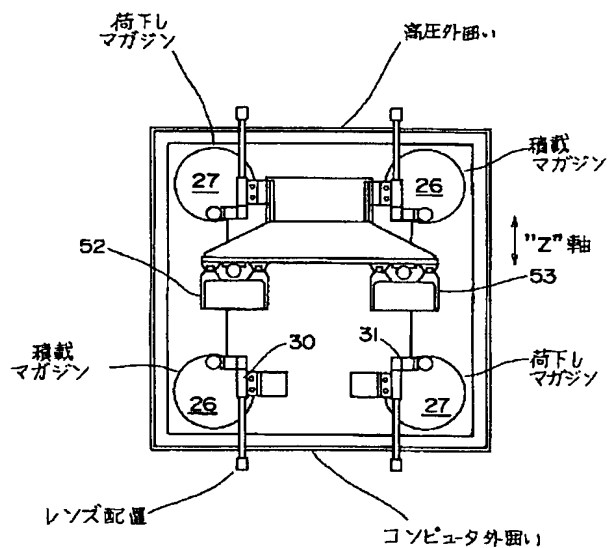
10…砥石車、16…レンズブランク、18…レンズの縁、20…レンズ、28…ハンド、30…アーム、34…マイクロプロセッサ、52…レンズサーボアーム、54…レンズサーボコントローラ、58…レンズ回転モータ、60…レンズ形状トラジェクトリメモリ、64…サイズプローブ、70…砥石車モータ、72…火花センサ。



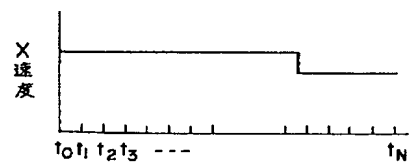
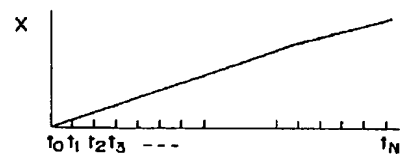
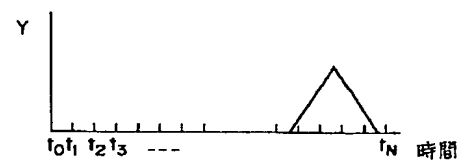
【図 7】



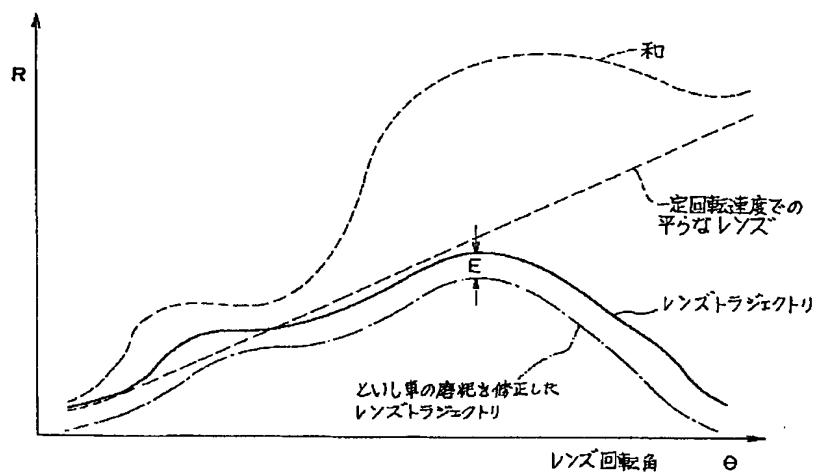
【図 8】



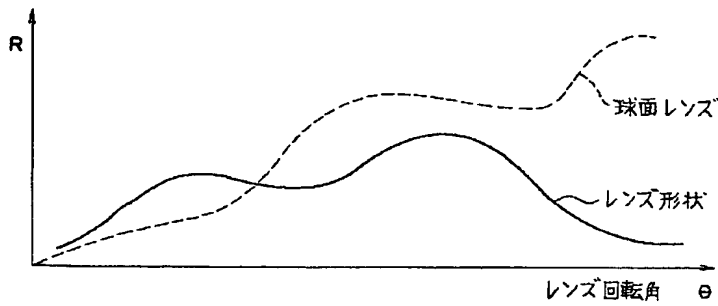
【図 13】



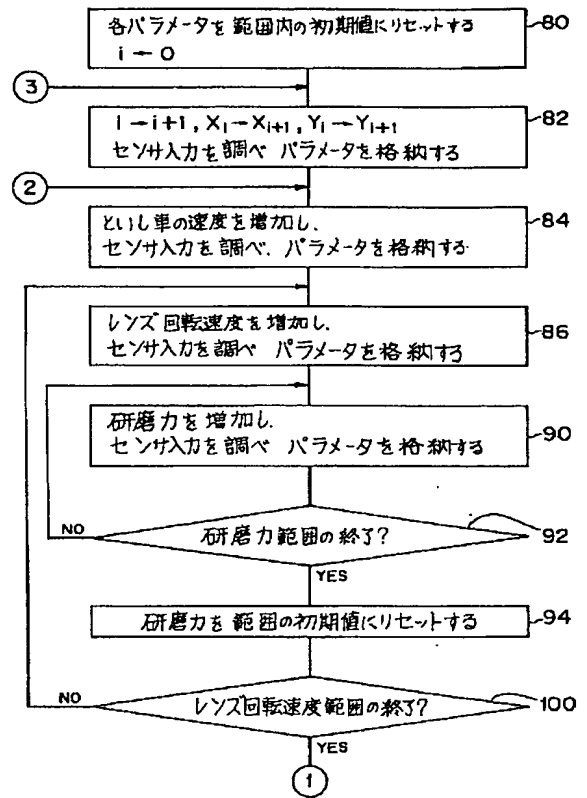
【図 11】



【図 1 2】



【図 1 4】



【図 1 5】

